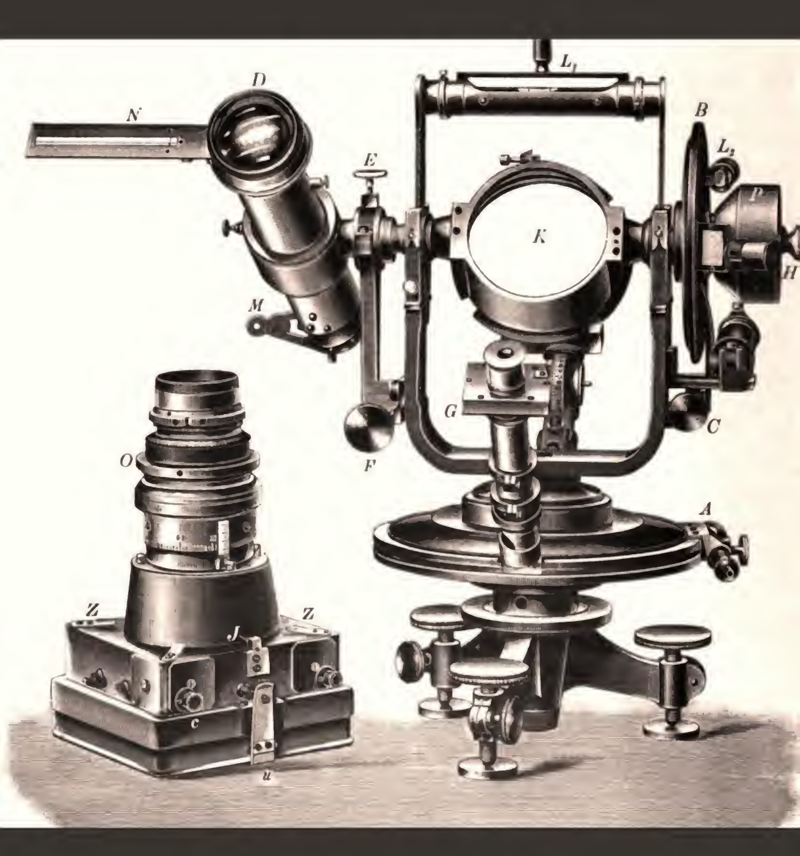
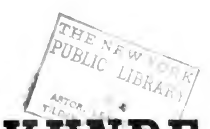


Zeitschrift für Instrumentenkunde

Ernst Dorn, Physikalisch-Technische Reichsanstalt (Germany)



ZEITSCHRIFT
FÜR
INSTRUMENTENKUNDE.



Organ

für

Mittheilungen aus dem gesammten Gebiete der wissenschaftlichen Technik.

Herausgegeben

unter Mitwirkung der

Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

von

E. Abbe in Jena, **Fr. Arzberger** in Wien, **S. Czapski** in Jena, **W. Foerster** in Berlin, **R. Fuess** in Berlin, **E. Hammer** in Stuttgart, **W. Jordan** in Hannover, **H. Kronecker** in Bern, **H. Krüss** in Hamburg, **H. Landolt** in Berlin, **V. v. Lang** in Wien, **S. v. Merz** in München, **G. Neumayer** in Hamburg, **A. Raps** in Berlin, **J. A. Repsold** in Hamburg, **A. Rueprecht** in Wien, **A. Westphal** in Berlin.

Redaktion: Dr. **St. Lindeck** in Charlottenburg-Berlin.

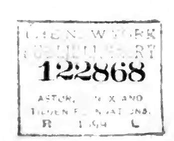
17

Siebzehnter Jahrgang 1897.

Mit Beiblatt: Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik, 1897.



Berlin.
Verlag von Julius Springer.
1897.


122868

Inhaltsverzeichniss.

Referate.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktionskuratorium:

Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender, Prof. Dr. **A. Westphal**, geschäftsführendes Mitglied,
Prof. Dr. **E. Abbe**, Dr. **H. Krüss**.

Redaktion: Dr. **St. Lindeck** in Charlottenburg-Berlin.

XVII. Jahrgang. **Januar 1897.** Erstes Heft.

Ueber J. G. Repsold's Heliotrope.

Von

Dr. **Joh. A. Repsold** in Hamburg.

Aus dem Briefwechsel zwischen J. G. Repsold und Gauss ist zu ersehen, dass sie bei Gelegenheit der ersten, im Herbst 1820 ausgeführten Messung der Braacker Basis über Hülfsmittel zur Sichtbarmachung ferner Dreieckspunkte verhandelt haben; denn Gauss erinnert Repsold in einem Schreiben vom 20. Dezember 1820 an seine Zusage, ihm (Gauss) zu dem Zwecke „Reverbere-Lampen" zu senden. Er fährt dann fort:

„Ob Sie doch noch neue Versuche gemacht haben, in wie fern das Lampenlicht bei Tage in grosser Entfernung sichtbar ist, hat mir Schumacher nicht geschrieben. Sollte dies vielleicht doch nicht so gelingen, wie zu wünschen wäre, so habe ich noch eine andere Idee, wovon man, wie ich glaube, wenn auch nur für *einzelne Fälle* einen vortheilhaften Gebrauch machen könnte. Ich glaube nemlich, dass man das reflectirte Sonnenlicht selbst gebrauchen kann, und dass, wenn der Spiegel gut polirt, und plan, auch hinreichend *genau gerichtet* ist, man selbst in einer Entfernung von 10 und mehreren Meilen einen sehr glänzenden Punkt sehen würde, wenngleich der Spiegel nur 1—2 Zoll im Durchmesser hielte. Alles kommt nur darauf an, durch eine Maschine den Spiegel, bei dem beständigen Fortrücken der Sonne, immer leicht und genau in der gehörigen Richtung zu erhalten. Ich habe eine solche Maschine ausgesonnen, wodurch wie ich glaube dies leicht bewerkstelligt wird, wenn sie mit Accuratesse gearbeitet ist, und mit Achtsamkeit gebraucht wird. Ich lege davon eine Zeichnung bei[1]), die das Wesentliche vorstellt und die ich Ihrer Prüfung unterwerfe. Gewiss werden Sie noch manches dabei vortheilhafter einzurichten wissen. Aber für einen sehr grossen Freundschaftsdienst würde ich es ansehen, wenn Sie selbst die Anfertigung eines solchen Apparates auf sich nehmen wollten. Für jetzt wünsche ich freilich nur erst Ein Exemplar, um erst Versuche damit anzustellen; würde es für brauchbar gefunden, so würde ich dann wenigstens 2 oder 3 Exemplare haben müssen. Wenn der Gebrauch auch nur auf die Fälle beschränkt ist, wo sehr grosse Dreiecksseiten vorkommen, so würde dies doch schon viel werth seyn."

Gauss hat also, als er den glücklichen Gedanken fasste, das Sonnenlicht zu benutzen, zunächst an einen gewöhnlichen Heliostaten gedacht. — Von Repsold kam keine Nachricht, bis im Mai 1821 ein durch Göttingen reisender Hamburger den

[1]) Fehlt.

mündlichen Bericht brachte, Gauss werde das eine der bestellten Instrumente in der folgenden Woche erhalten, und Repsold wolle das andere sofort in Arbeit nehmen. Gauss hatte von dem Reisenden nicht erfahren können, welches der Instrumente zuerst fertig werden sollte, vermuthet die Lampe, bemerkt aber am Ende eines Briefes vom 21. Mai 1821:

„P. S. Wenn mit dem zweiten Instrument das transportable Heliostat gemeint ist, so wird mir dasselbe sehr erwünscht sein, und behalte ich mir vor, Ihnen darüber nächstens noch etwas umständlicher zu schreiben."

Am 19. Juni 1821 schreibt Gauss dann, nachdem er die Lampe bekommen:

„Was die Heliostate betrifft, so hat die weitere Ueberlegung mir die Ueberzeugung gegeben, dass wenn ein solcher Apparat zuverlässige Wirkung thun soll, die verschiedenen Drehungsaxen mit *sehr grosser* Accuratesse und Stabilität gearbeitet seyn, und dass dabei die verschiedenen Bedingungen des Parallelismus und der Rechtwinkligkeit in grösserer Genauigkeit ausgeführt seyn müssen, als von dem Künstler allein erwartet werden kann, so dass dazu noch die nöthigen Correctionsschrauben hinzukommen müssen. Dieser Ueberlegung zufolge hat die Construction des Instruments die Einrichtung erhalten, die beiliegende Zeichnung[1]) zeigt (welche ich mir bei Gelegenheit einmal zurückerbitte), und Herr Rumpf hatte, noch ehe ich von Ihnen wusste, dass Sie zur Ausführung erbötig sein wollten, ein solches Instrument angefangen, welches jetzt beinah vollendet ist. Ich zweifle jedoch keineswegs, dass Ihr Nachdenken noch mancherlei Verbesserungen an die Hand geben würde.

Inzwischen bin ich in diesen Tagen noch auf eine *ganz andre* Idee gekommen, die bei weitem einfacher ist, so dass ich es für besser halten möchte, künftig die Heliostate nur nach dieser Idee einzurichten, wo die Construction und Berichtigung viel leichter ist und wo auch nöthigenfalls ein grösserer Spiegel und ein stärkeres Fernrohr angewandt werden kann. Diese Idee ist indessen noch nicht ganz in Rücksicht der mechanischen Einrichtung zur Reife gebracht, allein bei Ihnen bedarf es nur eines Winks, so dass Sie die letztere viel vollkommner werden aussinnen können, als ich im Stande wäre. Die Hauptsache ist diese:

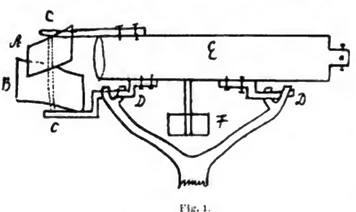


Fig. 1.

Zwei Spiegel A, B sind so mit einer Axe CC verbunden, dass ihre Flächen mit dieser Axe parallel, und unter sich senkrecht sind. Die Pfannen der Axe CC sind mit dem Fernrohr E verbunden, und alles dies zusammen dreht sich um die Axe DD, die mit CC einen rechten Winkel macht und mit der die optische Axe des Fernrohrs parallel ist. Das System der Spiegel A, B kann mit Leichtigkeit aus den Pfannen genommen und sicher und genau wieder eingesetzt werden. Die Fortsetzung der Axe DD geht durch die Mitte des Spiegels B. — F ist ein Gegengewicht. Das Ganze steht auf einem Fuss, wodurch das Fernrohr in jede Richtung, die aber nie sehr stark von der horizontalen abweicht, gebracht werden kann.

[1]) Fehlt.

Der Gebrauch ist folgender: Indem die Spiegel weggenommen sind, wird das Fernrohr genau nach dem Ort gerichtet, wohin man ⊙licht reflectiren will, und in dieser Lage sicher befestigt. Dann werden die Spiegel eingesetzt und (durch Drehung um die Axe *DD*) die Axe *CC* ungefähr in eine Richtung gebracht, die senkrecht zu der Linie nach der ⊙ ist. Man erkennt dies beiläufig schon an dem Schatten der Spiegel, indem die Sonne in der Ebene seyn muss, die durch die untere Kante des Spiegels *A* und durch die obere des Spiegels *B* geht.

Hierauf wird das Spiegelsystem um *CC* so gedreht, dass das von *A* reflectirte ⊙licht in die Gesichtslinie des Fernrohrs kommt. (Ungefähr erhält man dies auch schon leicht, indem man nur so lange dreht, bis das Objectiv von dem reflectirten ⊙licht am besten erleuchtet ist.) Man hilft nun nach durch Verbindung der Drehung um die Axen *CC* und *DD*, bis das Centrum der ⊙ (oder eigentlich nur irgend ein Punkt der ⊙scheibe) *genau* auf der Gesichtslinie ist. Dann ist man sicher, dass der Spiegel *B* das ⊙licht in der gewünschten Richtung reflectirt.

Es würde mir sehr angenehm seyn, wenn Sie dieser Idee weiter nachdenken und auf die bequemste mechanische Anordnung der Theile denken wollten. Mittlerweile hoffe ich, dass ich bald über die Kraft des ⊙lichts bei der ersten Einrichtung, nach Rumpf's Specimen, werde Erfahrungen anstellen können, die bei dieser neuen Einrichtung mit Vortheil benutzt werden mögen. — Sobald das reflectirte ⊙(licht) einmal in der optischen Axe des Fernrohrs ist, werde ich (es) leicht in derselben erhalten, und ich glaube aus freier Hand, wenigstens ohne feine Schrauben."

Repsold hat diese Briefe nicht beantwortet. Er ging nicht leicht an's Schreiben, in diesem Falle vielleicht um so weniger, als er wusste, dass Gauss in Göttingen schon ein Heliotrop machen liess. Und dieses muss schon der Vollendung ziemlich nahe gewesen sein, denn Gauss erwähnt gegen Schumacher am 11. Juli 1821:

„Mein Heliotrop habe ich erst in diesen Tagen fertig bekommen." (Briefwechsel Nr. 122.)

Auch Repsold muss indess bald nach Empfang des letzten Gauss'schen Briefes mit der Ausführung eines Heliotrops begonnen haben, wenn es nicht etwa, wie Gauss am 21. Mai vermuthete, schon früher geschehen war; denn am 16. November 1821 schreibt Schumacher an Gauss:

„Bei der Alignirung und Verbindung meiner Basis habe ich kleine Heliotrope mit dem grössten Vortheil benutzt."

Diese (zweite) Messung fand im September und Oktober 1821 statt. Dass es aber keine anderen Heliotrope als solche von Repsold gewesen sind, die Schumacher benutzt hatte, ist, da er nichts Gegentheiliges sagt, schon nach dem zwischen diesen beiden Männern bestehenden Verhältnisse durchaus wahrscheinlich; es findet sich indess weiterhin noch bestätigt.

Ueber die nähere Einrichtung dieser Instrumente scheint kaum etwas Weiteres sicher bekannt zu sein, als die kurze Mittheilung, welche Schuback in *Encke's Jahrbuch für 1825* giebt; es heisst dort:

„Das von Herrn Gauss erfundene Heliotrop besteht in einem Planspiegel, der in horizontaler und vertikaler Richtung gedreht werden kann und dazu bestimmt ist, die Sonnenstrahlen durch ein kleines Loch eines Diopters einem entfernten Beobachter zuzuwerfen, um auf die Weise bei trigonometrischen

Messungen einem sehr kleinen und doch sehr schön zu sehenden Zielpunkt abzugeben. Herr Hofrath Gauss hat auf eine Entfernung von $11\frac{1}{2}$ geogr. Meilen dieses Licht durch ein Fernrohr noch sehr gut sehen können. Herr Prof. Schumacher und Herr Repsold haben sich bei Messung ihrer Standlinie auch dieses Instruments bedient."

Schuback nimmt offenbar das Gauss'sche und das Repsold'sche Heliotrop als gleich an, aber Gauss selbst sagt in Nr. 159 seines Briefwechsels mit Schumacher, Schuback's Nachricht habe mit *seinem* Heliotrop „gar nichts gemein", und auch über das Repsold'sche, das allein vermuthlich Schuback bekannt gewesen ist, giebt sie ungenügende Auskunft. Um so werthvoller sind zwei Mittheilungen über das letztere, die mir kürzlich zugegangen sind, nämlich 1. ein Brief Schumacher's an W. Struve, dessen Kenntniss ich der freundlichen Bereitwilligkeit des Herrn Geheimrath Otto Struve in Karlsruhe verdanke, und 2. Photographien nach drei noch jetzt bei der Königl. Dänischen Gradmessung vorhandenen Heliotropen, welche in Folge sehr dankenswerther Nachfragen des Herrn Professor Thiele in Kopenhagen Herr General von Zachariae die Güte hatte, mir zu übersenden. Beide diese Mittheilungen gebe ich hier wieder:

1. Auszug eines Briefes von Schumacher an W. Struve vom 6. März 1821:

„Gauss hat noch nicht die Zeichnung seines Heliotrops gesandt. Der, den ich gebraucht habe, ist viel einfacher und leistet dieselben Dienste (Fig. 2).

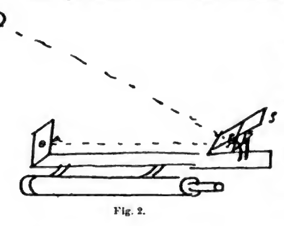


Fig. 2.

Auf einem Lineale ist ein Diopter mit einem Loche von etwa 4 Linien. Bei *S* sitzt ein Spiegel, der in zwei senkrechten Axen beweglich und in jede Lage zu bringen ist. Man richtet das Loch *a* gegen die Station, wo das ⊙licht hin soll, und lässt den Spiegel so stellen, dass der reflectirte Sonnenschein das Loch *a* symmetrisch bedeckt. Das Fernrohr muss so gestellt werden, dass seine Axe mit der Axe des reflectirten Strahlenkegels parallel ist. Man braucht dann nur das Fernrohr auf den Gegenstand zu richten und mit dem Spiegel das Loch vom Strahlenkegel symmetrisch bedeckt (zu) halten, so ist geschehen, was verlangt wird. Steht die Sonne hinten, so nimmt man einen zweiten Spiegel zu Hülfe."

2. Repsold'sches Heliotrop von 1823 (Fig. 3)[1]).

---

[1]) Uebersetzung der dänischen Inschriften:

I. Das aufgestellte Instrument.

A. Der Fuss.
1. Stahlzapfen.
2. Stellschrauben.
3. Klemmschraube.

B. Heliotropstange (Stahl)
4. Messingbüchse zu dem Zapfen des Fusses.
5. Schraubenstütze.
6. Knie.
7. Heliotropspiegel mit horizontaler Stellschraube in Gang ohne Ende und vertikaler Stellschraube.
8. Strahlkegel-Oeffnung.
9. Blenden.
10. Fernrohr-Lager.

II. Die einzelnen Theile.

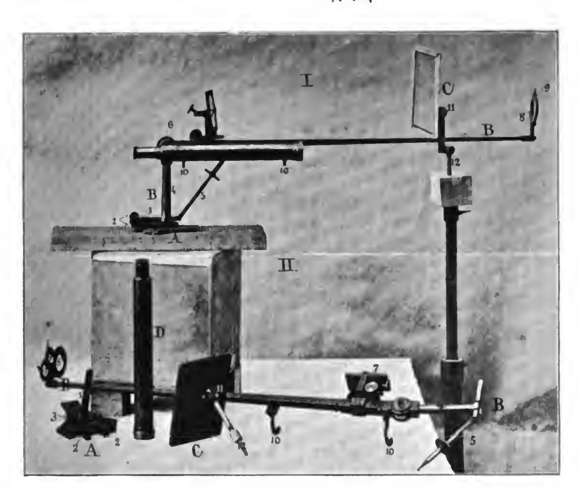
C. Reflexionsspiegel.
11. Knie.
12. Träger.

D. Fernrohr.

Den danske Gradmaaling.
Hermed 2 Fotografier

Heliotrop af Repsold

1 : 4



I. Det opstillede Instrument. – II. Dets enkelte Dele.

A. *Fod*
1 Staaltap
2 Stilleskruer
3 Klemskrue

B. *Heliotropstang (Staal)*
4 Messinghylse til Foden
5 Skruestiver
6 Knæ
7 Heliotropspeil med horizontal Stilleskrue og Kamhjul samt vertical Stilleskrue
8 Aabning for Straalebündtet
9 Blænder
10 Kikkertleier

C. *Reflexionsspeil*
11 Knæ
12 Trækskrue

D. *Kikkert*

Efter Directeurens Ordre:
E. C. Rasmussen,
Capitain af Generalstaben.

Fig. 3 [1])

Der Zeitpunkt des Entstehens der drei Heliotrope unter 2. konnte aus einem noch erhaltenen Rechnungsbuche entnommen werden, welches zwischen Repsold und Schumacher geführt wurde. Es sind dort unter dem 20. September 1823 „drei heliotropische Vorrichtungen" angeführt und am 28. September noch „drei Spiegel mit drehbaren Vorrichtungen zum Gebrauch bei den Heliotropen" (die Hülfsspiegel). Ueber

[1]) Bei der Reproduktion ist die Original-Photographie auf die Hälfte verkleinert worden. — Die Red.

die Heliotrope von 1821 findet sich in diesem Buche nichts. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass sie nur als Versuchs-Instrumente gegolten hatten und nach Vollendung der andern drei von Repsold zurückgenommen worden sind; denn unter alten Beständen der Werkstatt befinden sich noch jetzt drei Heliotropspiegel, welche denen der Photographie ganz ähnlich sind.

Eine weitere Erläuterung der Abbildungen wird kaum nöthig sein. Man erkennt sogleich, dass die beiden Heliotrope, das von 1821 und das von 1823, auf derselben Grundlage beruhen. Das erstere ist aber ein rasch zusammengebautes, möglichst einfaches Versuchs-Instrument, mit dem jedoch, wie Schumacher's Urtheil bestätigt, geübte Beobachter recht gut arbeiten konnten. Das andere dagegen ist vollständig durchgebildet und für alle nöthigen Berichtigungen eingerichtet; besonders sind hinzugekommen die senkrechte drehbare Säule mit Azimuthal-Klemme und -Stellschrauben und die unter die Visirstange zu stellende Schraubenstütze für Höhenberichtigung. Ein kleiner Unterschied scheint noch darin zu bestehen, dass 1823 das Fernrohr nur lose eingelegt wurde; man hat vielleicht vorgezogen, es nach der Einrichtung des Apparats auf die ferne Station abzunehmen.

Bemerkenswerth ist, dass ein Loch im Spiegel zum direkten Einvisiren, wie es sich bei späteren Heliotropen findet, an dem Apparat von 1823 nicht vorhanden ist. Auf grosse Entfernungen, für die er wohl nur bestimmt war, und für Kurzsichtige ist ein Fernrohr nicht zu entbehren, und es ist auch bei Anordnung der Höhen-Stellschraube des Spiegels auf ein Loch in der Mitte des Spiegels keine Rücksicht genommen. — In der Skizze des Heliotrops von 1821 ist über diesen Punkt nichts zu erkennen. Der Widerspruch in den Beschreibungen Schumacher's und Schuback's, von denen die eine ein Fernrohr angiebt, die andere nicht, würde aber verschwinden, wenn man annähme, dass diese einfachen Instrumente *mit* und *ohne* Fernrohr benutzt worden sind. In diesem Falle wäre freilich ein Loch im Spiegel auch nicht durchaus nothwendig, denn man könnte zum Einvisiren den Spiegel zeitweilig durch ein Diaphragma oder ein Fadenkreuz ersetzt haben. Aber sicher ist, dass jene denkbar einfachste Form des Heliotrops, also ohne Fernrohr und mit Loch im Spiegel, Repsold keineswegs entgangen war. Es ergiebt sich dies aus dem im *Civilingenieur 1877. S. 631* mitgetheilten Schreiben Baeyer's, in welchem es heisst:

> „Als ich im Jahre 1825 eine Reise nach Bremen und Hamburg machte, besuchte ich in Hamburg den alten Repsold, den Grossvater des jetzigen, und klagte ihm meine Noth darüber, dass die Spiegel am Gauss'schen Heliotropen sich fast nach jedem Transport derangirten, und dass die Leute, welche ich zum Heliotropiren benutzen müsste, sie nicht zu corrigiren verständen, so dass ich bei jedem Stationswechsel einen Gehülfen dazu abschicken müsse. — Hierauf erwiderte er in seiner einfachen Manier: Mein Gott! nehmen Sie doch ein Brettchen und stellen an dem einen Ende einen Spiegel auf, der um eine verticale und um eine horizontale Achse drehbar ist, so dass er in eine jede Ebene gebracht werden kann. In der Mitte des Spiegels machen Sie ein kleines Loch und stellen am anderen Ende des Brettchens ein Fadenkreuz auf. Richten Sie nun durch das Loch im Spiegel das Fadenkreuz auf ein Object und drehen den Spiegel so, dass der Schatten von dem Loch im Spiegel auf das Fadenkreuz fällt, so hat das Object Licht."

Es ist wohl möglich, dass Repsold selbst nie ein Heliotrop dieser einfachsten Art hat ausführen lassen; die Priorität der Angabe desselben wird ihm aber schwerlich bestritten werden können.

Es scheint in der That, dass die drei der dänischen Gradmessung gehörigen Heliotrope die einzigen sind, welche aus J. G. Repsold's Händen in andre übergegangen sind. Im *Civilingenieur 1877. S. 632* ist freilich noch eines „Repsold'schen Heliotrops" erwähnt, welches dem Gauss'schen ähnlich sein soll, und zufolge einer gefälligen Mittheilung des Herrn Geheimrath Nagel ist die betreffende Bemerkung *Fischer's Lehrbuch der höheren Geodäsie, Darmstadt 1846, Abschn. 2. S. 67* entnommen, wo sich nach der Beschreibung des Gauss'schen Heliotrops folgender Zusatz findet:

> „Bei diesen Bewegungen kann es vorkommen, dass sich das Fernrohr selbst, obgleich es ziemlich fest gestellt ist, verrückt, was man jedoch, weil der Spiegel vor dem Objectiv sich befindet, nicht bemerken kann. Diesem Uebelstande hilft das Repsold'sche Heliotrop ab, bei dem die Spiegel ebenfalls bei dem Objectiv, aber über dem Fernrohr angebracht sind, während über dem Ocular eine Scheibe sich befindet, die eine runde Oeffnung hat. Diese Oeffnung wird so gestellt, dass eine durch ihre Mitte und die Drehachse der Spiegel gezogene Linie der optischen Achse des Fernrohres genau parallel ist. Hat man nun das Fernrohr nach der Station des Beobachters gerichtet und die Scheibe durch ihren schmalen Schatten (?) gehörig gestellt, so hat man nur noch die Spiegel um ihre Achse so zu drehen, dass das Sonnenbild des mittleren durch die besagte Oeffnung sichtbar wird. Auf diese Art ist das Gesichtsfeld des Fernrohres ganz frei, man kann zu jeder Zeit nach der Beobachtungsstation sehen und allenfallsige Verrückungen des Fernrohrs verbessern."

Das ist aber im Wesentlichen ein Gauss'sches Heliotrop, selbst wenn Repsold es gemacht haben sollte; denn es weist die doppelte Spiegelung beim Objektiv auf, während für das Repsold'sche der einfache Spiegel am Okularende charakteristisch ist. Ich vermuthe indess, dass das Instrument, von dem Fischer spricht, das 1823 von Schumacher bestellte Gauss'sche Heliotrop ist (s. Briefwechsel Gauss-Schumacher Nr. 172), welches Repsold vielleicht auf seinen Wunsch abgeändert hat.

Ueber eine Methode, das Mitschwingen bei relativen Schweremessungen zu bestimmen.

Von
Dr. **R. Schumann** in Potsdam.

In der letzten Zeit sind für relative Schweremessungen mittels invariabler Pendel mehrfach Stative gebaut worden, an denen mehrere Pendel gleichzeitig schwingen können, so durch Bamberg nach Angaben von Hrn. Prof. Haid (vgl. *diese Zeitschr. 16. S. 193. 1896*) und durch P. Stückrath nach Angaben von Hrn. Borrass. Sind zwei Pendel an einem Stativ derart angebracht, dass ihre Schwingungsebenen zusammenfallen und ihre Schneiden in gleicher Höhe liegen, und ist überhaupt Mitschwingen vorhanden, so müssen die schwingenden Pendel einander in bestimmter Weise beeinflussen; umgekehrt muss aus der Grösse dieses Einflusses auf die Grösse des Mitschwingens geschlossen werden können. Auf diese Art ist schon von verschiedenen Seiten versucht worden, das Mitschwingen zu bestimmen, hauptsächlich für absolute Schweremessungen.

Versuche, das im Geodätischen Institut ausgearbeitete „Wippverfahren" (vergl. *Astron. Nachrichten Nr. 3353*) zu verfeinern, führten zu einem von Lorenzoni bereits

im Jahre 1885, ebenfalls für absolute Schweremessungen angewandten Verfahren[1]). Die von Lorenzoni erreichte Uebereinstimmung (*a. a. O. S. 152*) ist indessen für relative Schweremessungen bei weitem nicht genügend und im Folgenden soll kurz eine Modifikation des Lorenzoni'schen (oder auch des Wipp-) Verfahrens angegeben werden, das ich im Laufe des Jahres 1896 im Geodätischen Institute ausgebildet habe, und das erlaubt, den Einfluss des Mitschwingens in sehr kurzer Zeit mit einem mittleren Fehler von 1 bis 2 Einheiten der 7. Dezimale der Schwingungszeit oder der Pendellänge zu bestimmen; ausführlichere Mittheilungen sollen später an einem anderen Orte erscheinen.

Eine *erste Voraussetzung*, die beide Pendel betrifft, ist die, dass ihre Schwingungszeiten auf 1 bis 2 Einheiten der 5. Dezimale übereinstimmen. Ist keine dementsprechende Kombination unter den gegebenen invariablen Pendeln von vornherein vorhanden, so kann man sich zunächst auf zwei Weisen helfen: entweder man legt auf die Linse des langsamer schwingenden Pendels Gewichtchen auf, die sich nach der bekannten Formel für die Länge des zusammengesetzten Pendels und bei bekannten Dimensionen des Pendels ohne Mühe berechnen lassen, oder, da bei Anbringung von Gewichten in der Mitte der Pendelstange die Aenderung der Schwingungszeit am grössten ist, man klemmt an dieser Stelle in zweckmässiger Weise Gewichtchen an, die dann wesentlich kleiner sind als die eben erwähnten. Ist im zweiten Falle $l_1 - l_2$ die Pendellängendifferenz in Meter, $t_1 - t_2$ die Differenz der Schwingungszeiten in Sekunden, m das Gewicht des Pendels, so ist das anzuklemmende Gewicht nahezu gleich $16\,m\,(l_1 - l_2)$, oder gleich $16\,m\,(t_1 - t_2)$.

Wenn diese Belastungen Bedenken wegen der Invariabilität erregen sollten, so benutzt man besser ein *ad hoc* konstruirtes Hülfspendel mit regulirbarer Schwingungszeit. Diese Regulirung ist am bequemsten, wenn die Linse in einem Schraubengewinde sich höher oder tiefer stellen lässt; bei dem Hülfspendel, das mit gütiger Bewilligung des Hrn. Geheimrath Helmert von Hrn. Stückrath für das Geodätische Institut angefertigt wurde, geschieht die Regulirung durch ein Laufgewicht, das an die Stange geklemmt wird. Ein solches Hülfspendel kann in einzelnen Theilen roher ausgeführt sein, als das Hauptpendel, da jenes nicht in Bezug auf Invariabilität beansprucht wird; eine feine Schneide und ein Spiegel sind indessen unerlässlich. Der Spiegel wird drehbar eingerichtet, sodass beide Skalenbilder im Fernrohr des Koïnzidenzapparates immer nebeneinander gestellt werden können.

Giebt man dem Hülfspendel ein etwas grösseres Gewicht, so erreicht man noch den Vortheil, dass erstens nicht der einfache Betrag, sondern je nach dem Gewicht ein Vielfaches der Mitschwingung bestimmt wird, und dass zweitens eine grössere Zahl von Skalentheilen verwendet wird; der erste Umstand vermindert den Einfluss der Beobachtungsungenauigkeit, der zweite speziell den der Schätzfehler.

Eine *zweite Voraussetzung*, die besonders das Hauptpendel betrifft, ist, dass die von ihm in Bewegung gesetzten Luftschichten nicht durch zu nahe Hindernisse gestört werden; nach den von mir zu diesem Behufe angestellten Beobachtungen genügt dabei für kleine Amplituden eine Entfernung von 1 *cm*. Nöthigenfalls verhindert man die Einwirkung des stärker schwingenden Hülfspendels durch eine (interimistische) Zwischenwand; bei einem Zwischenraum von 3 bis 4 *cm* zwischen den inneren Rändern der Pendellinsen dürfte diese überflüssig sein.

---

[1]) Siehe hierüber: *Associazione Geodetica Internazionale: la lunghezza del pendolo semplice a secondi, di Giuseppe Lorenzoni, S. 65 bis 72.*

Fig. 1 giebt in schematischer Weise den Grundriss eines Pendelstativs mit zwei Pendeln P_1 und P_2; ihre Spiegel sind gegen einander gekehrt, die Lichtstrahlen werden durch zwei Prismen in das Fernrohr reflektirt. Die Vorbereitungen zur eigentlichen Beobachtung sind folgende: an den Stift *A* (Fig. 1) wird ein Zwirnsfaden geknüpft, um das eine Pendel (Hülfspendel) geführt und an der Spitze der Schraube *B* befestigt; mit Hülfe von *B* wird dem Hülfspendel eine Amplitude von 30′ bis 40′ gegeben und hierauf das andere Pendel (Hauptpendel) durch seitliches Anlehnen eines Streifens Kartonpapier so vollkommen als möglich beruhigt. Ist keine Bewegung des Hauptpendels mehr zu bemerken, so wird der Streifen sorgsam weggenommen und das Hülfspendel, um eine Erschütterung beim Anfassen mit der Hand zu vermeiden, durch Abbrennen des Zwirnsfadens in Bewegung gesetzt.

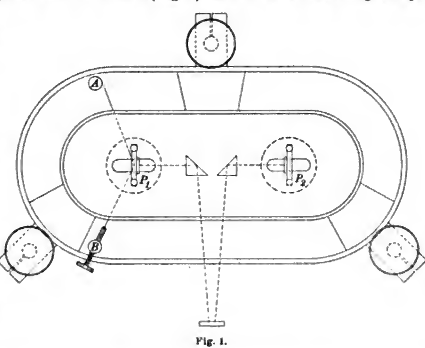


Fig. 1.

Sofort hierauf beginnt die Beobachtung beider Amplituden nach den Sekunden eines Chronometers; es hat sich dabei als genügend herausgestellt, in folgender Reihe zu beobachten: Hülfspendel, dreimal Hauptpendel, Hülfspendel, dreimal Hauptpendel u. s. w.; es ist gut, und es genügt auch nach einiger Uebung, dies bis zur ersten Amplitudenbeobachtung des Hülfspendels fortzusetzen, die nach Ablauf von 5 Minuten, vom Moment des Abbrennens an gerechnet, geschieht; mit den Vorbereitungen dauert ein solcher Versuch etwa 10 Minuten. Um den Einfluss der Schätzfehler herabzudrücken, ist zu empfehlen, bei einer Wiederholung den Nullpunkt der Skale vorher etwa um $^1/_2$ pars zu verstellen.

Bezeichnen

l die gemeinsame Pendellänge,
τ " " Schwingungszeit,
g die Schwere,
π die Zahl 3,1416,
t die Zeit,
z_0 die Amplitude des Hülfspendels für $t = 0$,
α die Amplitude des Hauptpendels,
$\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)_{t=0} = b$ das Wachsthum von α für $t=0$, und zwar für die Zeit einer Schwingung,

so erhält man die Mitschwingung β für das Hülfspendel nach einer der auf mehrfache Weise abgeleiteten Formeln

$$\beta = \frac{b}{z_0}\left(2\,l\sqrt{\frac{l}{g}}\right) \text{ oder auch nach } \beta = \frac{b}{z_0}\left(2\,g\left[\frac{\tau}{\pi}\right]^3\right).$$

Bei der Reduktion ist eine Berechnung auf drei, höchstens vier Stellen genü

Schwierigkeiten, namentlich bei grösserer Entfernung von Spiegel und Skale, verursacht im Anfang die Beobachtung der Amplitude des stark schwingenden Hülfspendels nach einer der üblichen Strichskalen; eine wesentliche Erleichterung hat mir dabei eine Skale von nebenstehender Einrichtung (Fig. 2) gewährt; ein solches weisses Feld, in dem der Horizontalfaden des Fernrohrs bei der Umkehr des Pendels stillsteht, ist besser zu theilen, als ein Strichintervall. Für die Entfernungen über 2 *m* genügt 2 *mm*-Theilung.

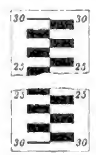


Fig. 2.

Zum Schlusse seien die ersten Beobachtungen mitgetheilt, die ich an einem für zwei Pendel umgearbeiteten Stückrath'schen Apparate erhalten habe; das Gewicht des Hülfspendels betrug dabei 3,5 *kg*.

Zunächst wurde zur Ermittelung der inneren Genauigkeit der erste Versuch fünfmal wiederholt; man erhielt in Einheiten der 7. Dezimale

$$\begin{aligned}\beta = {} & 94{,}0\\ & 93{,}6\\ & 93{,}5\\ & 94{,}0\\ & 93{,}0.\end{aligned}$$

Das Hülfspendel konnte nur aussen am Stativ angebracht werden; da sein Schwerpunkt über das Fussspitzendreieck hinaus fiel, so wurde die dem Pendel gegenüberliegende Fussspitze etwas angehoben, und man konnte vermuthen, dass das Mitschwingen geringer werden würde, wenn sie belastet würde; in der That erhielt ich nach Aufsetzen von 2 *kg*

$$\begin{aligned}\beta = {} & 87{,}6\\ & 87{,}3.\end{aligned}$$

weitere Belastungen (bis zu 18 *kg*) ergaben sehr viel geringere Aenderungen.

Ohne Belastung erhielt man darnach wieder wie vorher

$$\beta = 93{,}6.$$

Diese Versuche bewiesen die grosse Empfindlichkeit der Methode; weitere Ergebnisse sollen an anderer Stelle veröffentlicht werden.

Vorrichtung zum Ablesen einer rotirenden Theilung.

Von
E. Brodhun.
(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

In *dieser Zeitschr.* ***16.*** *S. 299. 1896* ist als Apparat zur messbaren Schwächung des Lichtes ein rotirender Sektor beschrieben worden, bei welchem die Grösse des Ausschnitts während der Rotation verändert werden kann. Während also bei diesem Apparat die Einstellung beim Rotiren geschieht, muss die Ablesung bei ruhendem Sektor erfolgen. Ist dies Verfahren einerseits mit ziemlich bedeutendem Zeitverlust verbunden, der namentlich dann fühlbar wird, wenn man längere Beobachtungsreihen auszuführen hat, so bringt es andererseits auch eine gewisse Unsicherheit mit sich. Denn es erscheint nicht völlig ausgeschlossen, dass sich die beiden Scheiben während des Anhaltens ein wenig gegen einander verschieben, man also einen anderen Winkel abliest, als man eingestellt hat, wenn auch dieser Fehler durch die Konstruktion möglichst verhindert ist. Aus diesen Gründen war es wünschenswerth, an dem Ap-

parat eine Vorrichtung anzubringen, durch welche man die Nonien während der Rotation selbst ablesen kann.

Um diesen Zweck zu erreichen, bieten sich leicht zwei Methoden. Die eine besteht darin, dass man den abzulesenden Nonius auf seinem ganzen Wege beobachtet, indem man von ihm durch Linsen und Spiegel ein feststehendes Bild entwirft. Man könnte z. B. zunächst ein Bild des Nonius in die Richtung der Rotationsachse bringen, sodass es sich um eine Achse drehen würde, welche durch dasselbe hindurch geht und auf ihm senkrecht steht, und dann dieses Bild durch ein Reversionsprisma betrachten, welches mit der halben Geschwindigkeit in derselben Richtung gedreht wird wie der Nonius. Diese Methode ist von E. Mach für die Konstruktion eines Apparats benutzt worden, in welchem er das Verhalten lebender Thiere während der Rotation beobachtete[1]). Ihre Anwendung für den vorliegenden Zweck erschien aber zu komplizirt.

Die zweite Methode besteht darin, dass man den Nonius bei kurz dauernder Beleuchtung beobachtet. Dies kann erstens mit Hülfe des elektrischen Funkens bezw. einer Geissler'schen Röhre geschehen, wie z. B. bei dem elektrisch betriebenen Anschütz'schen Schnellseher. Aber abgesehen davon, dass es nicht bequem ist, für die Ablesung einen besonderen elektrischen Apparat zur Verfügung haben zu müssen, dürfte auch die Konstruktion des Unterbrechers nicht sehr einfach sein, da an die Genauigkeit des Funktionirens ziemlich hohe Ansprüche gestellt werden müssten. Wenn wir nämlich annehmen, dass der Sektor 30-mal in einer Sekunde am Auge vorübergeht und bei zwei auf einander folgenden Beleuchtungen ein Bild gegen das andere um nicht mehr als $0{,}1^0$ verschoben sein darf, so muss das Aufblitzen des Funkens auf $\frac{1}{30 \,.\, 3600}$ Sek. oder etwa auf $\frac{1}{100\,000}$ Sek. genau erfolgen.

Zweitens kann die kurz dauernde Erleuchtung nach dem Prinzip der stroboskopischen Scheibe geschehen. Nehmen wir an, dass die bewegte Oeffnung, durch welche der Nonius erleuchtet wird bezw. durch welche vom Nonius Licht in das Auge gelangt, sich mit derselben Geschwindigkeit bewegt wie der Nonius, und dass dieser, was sehr hoch gegriffen ist, um $0{,}1^0$ verwaschen gesehen werden darf, so darf die bewegte Oeffnung, da bei dem vorliegenden Apparat 1^0 etwa 2 *mm* entspricht, im Maximum 0,2 *mm* breit sein. Dabei ist noch für den Fall, dass sich die Oeffnung zwischen Auge und Nonius befindet, die Ausdehnung der Augenpupille nicht berücksichtigt. Man kommt so zu praktisch garnicht oder doch nicht leicht ausführbaren Anordnungen, und es bleibt, um ausreichend breite Beleuchtungsöffnungen anwenden zu können, der Ausweg, entweder die Geschwindigkeit der beleuchtenden Oeffnung gegen die des Nonius zu erhöhen oder die Bewegung des Nonius gegen die der Oeffnung optisch herabzusetzen. Das letztere Mittel benutzt die im Folgenden beschriebene Anordnung unter Verwendung eines Prismas mit veränderlichem Keilwinkel.

In Fig. 1 bezeichne A die zum Punkt verkürzte Rotationsachse, AC einen in der Ebene des Papiers um A rotirenden Strahl. B sei ein Punkt, der während der Rotation zu beobachten ist (ein Punkt des Nonius). Die Beobachtung geschehe durch ein Fernrohr F, welches bei der beliebigen Lage B des zu beobachtenden Punktes in der Richtung AC (also senkrecht zur Rotationsachse) auf den Punkt eingestellt ist. Dann bringe man bei C, also auf der Verlängerung des Strahles AB, eine plankonvexe

---

[1]) Beiträge zur Analyse der Empfindungen. Jena 1886. S. 70.

Zylinderlinse an, deren Achse der Rotationsachse A parallel liegt und durch AC hindurchgeht und bei welcher der Krümmungsradius gleich AC ist. Diese Linse ist mit dem Punkte B fest verbunden, rotirt also mit ihm. Unmittelbar hinter dieser Linse (von A aus) wird eine plankonkave Zylinderlinse von der gleichen Krümmung und der gleichen Lage der Achse, wie die plankonvexe Linse besitzt, angebracht. Diese Linse ist mit dem Fernrohr F fest verbunden, rotirt also nicht mit. Ferner sei dafür gesorgt, dass nur Licht durch die plankonvexe Linse in das Fernrohr gelangen kann. In der bezeichneten Lage bilden die beiden Zylinderlinsen eine planparallele Platte,

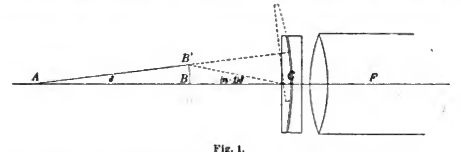


Fig. 1.

sodass also auch mit der Linsenkombination C in dem Fernrohr der Punkt B deutlich gesehen wird. Rotirt nun B um einen *kleinen* Winkel δ, sodass B nach B' gekommen ist, so bilden die beiden Zylinderlinsen ein Prisma von dem brechenden Winkel δ. In Richtung der Fernrohrachse wird also jetzt nicht mehr der Punkt B, sondern in Folge der Ablenkung durch das Prisma ein anderer oberhalb von B gelegener Punkt gesehen werden. Damit nun gerade der Punkt B' in Richtung der Fernrohrachse erblickt wird, muss bei gegebenem Brechungsindex der beiden Zylinderlinsen AB zu BC in einem bestimmten Verhältniss stehen. Ist der Brechungsindex n, so ist, da wir es hier immer mit kleinen Winkeln zu thun haben, die Ablenkung des Prismas $(n-1)\,\delta$, also muss, wenn der abgelenkte Strahl B' treffen soll

$$AB = (n-1)\,BC$$

sein[1]). Für $n = 1{,}5$ ist

$$AB = 0{,}5\,BC.$$

Stehen also AB und BC in diesem Verhältniss, so steht der zu beobachtende Punkt, solange er im Fernrohr gesehen wird, wie schnell auch die Rotation vor sich geht, absolut fest.

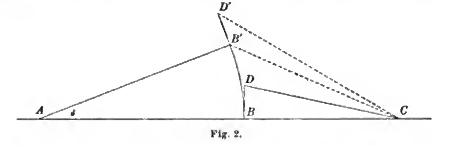


Fig. 2.

Nun hat man freilich in Wirklichkeit nicht einen Punkt B zu betrachten, welcher in der Ausgangsstellung (Null-Lage), wo die Linsen eine Planplatte bilden, in der Fernrohrachse liegt, sondern eine ausgedehnte Fläche. Wenn wir annehmen, dass diese Fläche in B auf dem rotirenden Strahl senkrecht steht, und D ihren äussersten Punkt in einer durch die Fernrohrachse senkrecht zur Rotationsachse gelegten Ebene bedeutet, so wird, wie man aus Fig. 2 erkennt, nach der Drehung um den

[1]) Für $n = 1$ ist $AB = O$. Dies entspricht dem Fall, dass man den beobachteten Punkt durch optische Mittel in die Rotationsachse verlegt. Dann braucht man natürlich keine Zylinderlinsen.

Winkel δ der Punkt D nicht wie in der Null-Lage unter dem Winkel DCB, sondern unter einem kleineren Winkel $D'CB'$ gegen die Fernrohrachse gesehen werden. Er wird also während der Rotation eine kleine Bewegung machen, der Rand der beobachteten Fläche mithin nicht so scharf wie die Mitte gesehen werden. Aber diese Unschärfe ist *für kleine betrachtete Flächen* eine Grösse zweiter Ordnung[1]).

Nebenbei sei bemerkt, dass man, wenn Gewicht auf möglichst grosse Deutlichkeit gelegt werden muss, die Anordnung so treffen kann, dass jene Unschärfe am Rande nicht auftritt. Man muss dann darauf verzichten, die Zylinderlinse mit derselben Achse in Rotation zu setzen wie die zu betrachtende Fläche. In Fig. 3 ist eine derartige Anordnung angegeben. In der Null-Lage befinden sich die Scheitel der Zylinderlinsen in der Rotationsachse A der betrachteten Fläche BD, die Rotationsachse A' der negativen Zylinderlinse, welche in entgegengesetzter Richtung wie die betrachtete Fläche gedreht wird, liegt in der Verlängerung von BA über A hinaus. Die Grösse von $A'A$ richtet sich wieder nach dem Brechungsindex der Zylinderlinsen, bezw. dem Verhältniss der Rotationsgeschwindigkeiten beider Achsen. Auch eine solche Einrichtung ist natürlich nur für kleine Winkel anwendbar.

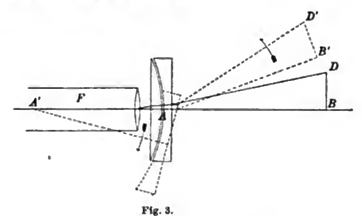


Fig. 3.

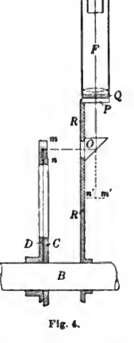


Fig. 4.

Für unsern speziellen Fall (den rotirenden Sektor) reichte die vorher beschriebene einfachere Anordnung vollkommen aus. Da aber der zu betrachtende Nonius senkrecht zur Rotationsachse liegt, so musste von ihm ein geeignetes Spiegelbild entworfen werden. Demgemäss ergab sich die in Fig. 4 gezeichnete Anordnung. Es bezeichnet B die Rotationsachse, C die Scheibe, welche den Nonius $m\,n$ trägt. Diesem gegenüber ist das rechtwinklige Prisma O angebracht, welches der an der Achse B befestigte Träger R hält. R trägt ferner die konvexe Zylinderlinse P. In der Null-lage befindet sich hinter P die negative Zylinderlinse Q, welche nicht mit dem Träger R, sondern mit dem ruhenden Beobachtungsfernrohr F fest verbunden ist. Das Fernrohr F ist auf das Bild $m'n'$ des Nonius $m\,n$ eingestellt.

Denkt man sich das Prisma O um eine zum Papier senkrechte, durch die Mitte der Hypotenusenfläche gelegte Gerade ein wenig geneigt, so wird das Bild $m'n'$ etwas seitlich im Gesichtsfeld des Fernrohrs liegen. Bringt man nun symmetrisch zu R einen zweiten Träger mit Prisma und negativer Zylinderlinse an und neigt dieses Prisma ein wenig nach der anderen Seite, so wird während der Rotation auf der anderen Hälfte des Gesichtsfeldes des Fernrohres das Bild des zweiten von mn um 180^0 entfernten

[1]) Sie ist proportional dem kleinen Winkel, unter welchem die beleuchtende Oeffnung (rotirende Linse) von der Rotationsachse aus erscheint, und zweitens dem kleinen Winkel, unter welchem das Objekt (Nonius) von dem Fernrohrobjektiv aus betrachtet wird.

Nonius entstehen. Man kann dann beide Nonien zugleich ablesen. In dieser Gestalt ist die Ablesevorrichtung an dem rotirenden Sektor der Reichsanstalt in Gebrauch.

Ueber die praktische Ausführung ist wenig hinzuzufügen. Der Apparat ist symmetrisch zur Rotationsachse gebaut, Gegengewichte sind also nicht nöthig. Man erkennt auch, dass die Vorrichtung leicht nachträglich an der Rotationsachse befestigt und bequem entfernt werden kann. Es ist sorgfältig darauf zu achten, dass nur Licht ins Fernrohr gelangt, wenn sich die positive Zylinderlinse vor dem Objektiv befindet. Ferner darf dann nur der betreffende Nonius hell erscheinen, also nicht die andere Hälfte des Gesichtsfeldes. Die Zylinderlinsen braucht man nur annähernd für die Verhältnisse passend auszusuchen. Die genaue Justirung kann man dann bewirken, indem man die Entfernung zwischen $m'n'$ und der Linse P so lange variirt, bis das Bild bei langsamer Drehung des Trägers R feststeht. Um das zu können, muss natürlich die Linse P so befestigt sein, dass sie dem Prisma O genähert oder von ihm entfernt werden kann. Die Nonien werden durch eine feststehende Glühlampe erleuchtet, welche in ein Gehäuse eingeschlossen ist, sodass sie nur Licht auf einen kleinen der Grösse des Nonius entsprechenden Theil der rotirenden Scheibe werfen kann.

Ueber einen Satz der Thermometrie.

Von
Dr. J. Hartmann in Potsdam.

Bei Gelegenheit einer Fortsetzung der von Hrn. Scheiner ausgeführten Untersuchungen über Isolirung gegen strahlende Wärme (vgl. *diese Zeitschr.* **7.** *S. 271. 1887*) fand ich einen Satz, der trotz seiner ausserordentlichen Einfachheit bisher noch nicht beachtet worden zu sein scheint. Da einige Folgerungen aus diesem besonders für die Beurtheilung von Thermometern wichtigen Satze auch für die Temperaturbestimmungen bei wissenschaftlichen Messungen beachtenswerth sind, so erlaube ich mir, im Folgenden eine Darlegung desselben zu geben.

Der in Rede stehende Satz ist eine unmittelbare Folgerung aus dem Newton'schen Abkühlungsgesetze, nach welchem die Geschwindigkeit, mit der sich ein Körper abkühlt, unter sonst gleichen Umständen proportional ist dem Unterschiede zwischen seiner momentanen Temperatur und der Temperatur des umgebenden Mediums. Für ein zur Bestimmung der Luftwärme aufgestelltes Thermometer ergiebt sich hieraus:

I. Für den Stand A eines Thermometers, welches sich in einem Luftraume von der Temperatur W befindet, besteht die Differentialgleichung

$$\frac{dA}{dt} = \gamma (A - W), \tag{1}$$

worin γ eine für jedes Instrument eigenthümliche Konstante ist, welche die Geschwindigkeit kennzeichnet, mit der dasselbe einer gegebenen Temperaturschwankung folgt.

Ich werde eine mit γ durch die Gleichung

$$\gamma = \log \text{nat}\, (1 - E) \tag{2}$$

zusammenhängende Grösse E, welche vor γ den Vorzug einer einfachen physik[illegible]en Bedeutung hat, kurz als die „Empfindlichkeit" des Thermometers bezeichne[illegible] als Zeiteinheit stets eine Minute gelten soll.

Im Allgemeinen wird die Luftwärme W selbst eine Funktion der Zeit t sein, deren analytischer Ausdruck jedoch nie gegeben ist. Als Annäherungen an wirklich vorkommende Zustände kommen nur die beiden Fälle einer konstanten und einer gleichmässig veränderlichen Temperatur in Betracht, auf welche sich auch jeder andere Verlauf der Luftwärme durch Zerlegung der ganzen Beobachtungszeit in kleinere Abschnitte zurückführen lässt.

Als allgemeinsten Fall betrachte ich daher zunächst den der gleichförmig veränderlichen Lufttemperatur. Es sei

$$W = W_0 + W_1 t,$$

wodurch (1) übergeht in

$$\frac{dA}{dt} = \gamma (A - W_0 - W_1 t). \qquad (3)$$

Setzt man

$$\gamma (A - W_0 - W_1 t) = x,$$

so folgt

$$\frac{dA}{dt} = W_1 + \frac{1}{\gamma} \frac{dx}{dt}.$$

Gleichung (3) nimmt hierdurch die folgende Form an

$$W_1 + \frac{1}{\gamma} \frac{dx}{dt} - x = 0$$

oder

$$\frac{dx}{W_1 - x} + \gamma\, dt = 0.$$

Die Integration ergiebt nun

$$\log \text{nat} (W_1 - x) - \gamma t + C = 0.$$

Werden die zur Zeit $t = 0$ gehörigen Werthe mit dem Index Null bezeichnet, so folgt

$$\log \text{nat} \frac{W_1 - x}{W_1 - x_0} = \gamma t. \qquad (4)$$

Durch die unter (2) aufgestellte Definition von E geht diese Gleichung endlich über in

$$W_1 - x = (W_1 - x_0)(1 - E)^t. \qquad (5)$$

Macht man also bei gleichförmiger Aenderung der Lufttemperatur in gleichen Zeitintervallen Ablesungen des Thermometers, so bilden die Werthe $W_1 - x$ eine geometrische Reihe, welche nach ganzen Potenzen von $1 - E$ fortschreitet, wenn die Zeit zwischen zwei Beobachtungen gleich der Einheit (Minute) ist.

Eine wesentliche Vereinfachung tritt in dem Falle einer konstanten Aussentemperatur W ein. Setzt man $W_1 = 0$, so ergiebt sich aus (5)

$$A - W = (A_0 - W)(1 - E)^t. \qquad (6)$$

In diesem Falle durchlaufen die Fehler der Thermometerangabe selbst die geometrische Reihe. Sind daher A_n und A_{n+1} zwei beliebige, um eine Minute von einander entfernte Ablesungen, so ist

$$A_{n+1} - W = (A_n - W)(1 - E)$$

oder

$$\ldots = E(W - A_n). \qquad (7)$$

In dieser einfachs[illegible] ... h der Satz folgendermaassen aussprechen:

II. [illegible] man ei[illegible] ... einen Raum von konstanter Temperatur, so änder[illegible] ... n St[illegible] ... um einen konstanten Bruchtheil E der beim A[illegible] ... etre[illegible] ... vorhandenen Differenz zwischen Aussen-

temperatur und Thermometerangabe. Der Bruch E ist die „Empfindlichkeit" des Instrumentes.

Durch diesen Satz ist zugleich die äusserst einfache Methode zur Bestimmung der Zahl E gegeben. In der Praxis wird man selbstverständlich je nach der Empfindlichkeit des zu untersuchenden Thermometers auch andere Beobachtungsintervalle wählen. Hat man in einem solchen Falle direkt nach obigem Satze den Bruch e für k Minuten gefunden, so ergiebt sich aus (6) der Uebergang auf eine ganze Minute durch die Formel

$$1 - E = (1 - e)^{\frac{1}{k}}. \qquad (8)$$

Ist der Werth von E für ein Thermometer einmal bestimmt, so kann man für jeden gegebenen Verlauf der Lufttemperatur die Kurve der zugehörigen Thermometerangaben berechnen. Da $1 - E$ ein echter Bruch ist, so wird sich nach (6) bei konstanter Luftwärme der Fehler $A - W$ asymptotisch dem Werthe Null nähern, während dies bei gleichförmig veränderlicher Temperatur nach (5) für die Grösse $W_1 - x$ eintritt. Von besonderem Interesse ist noch die Beantwortung der folgenden beiden Fragen:

1. Es ändere sich die Temperatur der Luft ziemlich schnell um p Grad; wieviel Zeit vergeht, bis die Ablesung des Instrumentes nur noch um f Grad fehlerhaft ist?

Setzt man in Gleichung (6)

$$A - W = f$$
$$A_0 - W = p,$$

so ergiebt sich die gesuchte Zeit t aus

$$t = \frac{\log f - \log p}{\log (1 - E)}. \qquad (9)$$

2. Welche Korrektion ist bei gleichförmiger Veränderung der Temperatur an den Thermometerablesungen anzubringen, um die wahre Lufttemperatur zu erhalten?

Wenn die gleichförmige Temperaturänderung bereits seit einigen Minuten auf das Thermometer eingewirkt hat, so ist nach (5)

$$W_1 - x = 0$$

zu setzen, woraus sich für den Fehler $A - W_0 - W_1 t$ der Thermometerangabe der Werth

$$A - W_0 - W_1 t = \frac{W_1}{\gamma} \qquad (10)$$

ergiebt. Um diesen Betrag bleibt das Thermometer hinter der wahren Temperatur zurück. Da dieser Werth von t unabhängig ist, so nimmt bei gleichförmiger Temperaturänderung jedes Thermometer bald einen von der Schnelligkeit der Temperaturänderung abhängigen Maximalfehler an, und sobald dieser erreicht ist, ändert sich auch der Thermometerstand mit der konstanten Geschwindigkeit W_1. Um den oben gefundenen Betrag des Fehlers W_1/γ zu durchlaufen, braucht das Thermometer mithin $W_1/\gamma : W_1$, d. h. $1/\gamma$ Minuten und diese Zeit ist nun auch noch von W_1 unabhängig. Da man nun innerhalb kurzer Zeiträume die Temperaturänderungen stets als nahezu gleichförmig betrachten kann, so besteht der einfache Satz:

III. Um die Lufttemperatur zur Zeit t zu bestimmen, hat man das Thermometer um eine für jedes Instrument konstante Zeit w nach dem Zeitpunkte t abzulesen. Diese Wartezeit ist gegeben durch

$$w = \frac{1}{\gamma} = \frac{1}{\log \text{nat} (1 - E)}. \qquad (11)$$

t	A	W	$W - A_n$	$A_{n+1} - A_n$	E	R	$B - R$
Min.	°	°	°	°		°	°
0	9,35	19,60	+ 10,25	+ 0,87	0,085	9,35	0,00
1	10,22		9,38	0,82	87	10,26	— 4
2	11,04		8,55	0,76	89	11,08	— 4
3	11,80		7,79	0,70	90	11,84	— 4
4	12,50		7,08	0,65	92	12,52	— 2
5	13,15		6,43	0,59	92	13,14	+ 1
6	13,74		5,84	0,52	89	13,71	+ 3
7	14,26		5,31	0,47	89	14,23	+ 3
8	14,73	19,57	4,84	0,42	87	14,70	+ 3
9	15,15		4,43	0,39	88	15,14	+ 1
10	15,54		4,04	0,35	83	15,54	0
11	15,89		3,60	0,32	89	15,91	— 2
12	16,21		3,38	0,30	89	16,23	— 2
13	16,51		3,09	0,29	94	16,54	— 3
14	16,80		2,81	0,24	85	16,82	— 2
15	17,04		2,57	0,22	86	17,07	— 3
16	17,26	19,62	2,36	0,22	94	17,31	— 5
17	17,48		2,15	0,18	84	17,52	— 4
18	17,66		1,98	0,18	91	17,72	— 6
19	17,84		1,81	0,16	88	17,90	— 6
20	18,00	19,66	1,66	0,13	78	18,07	— 7
21	18,13		1,53	0,14	92	18,21	— 8
22	18,27		1,39	0,12	86	18,34	— 7
23	18,39		1,28	0,11	86	18,46	— 7
24	18,50	19,67	1,17	0,10	85	18,57	— 7
25	18,60		1,07	0,10	93	18,67	— 7
26	18,70		0,97	0,08	82	18,76	— 6
27	18,78		0,89	0,07	79	18,84	— 6
28	18,85		0,82	0,08	98	18,91	— 6
29	18,93		0,74	0,07	95	18,98	— 5
30	19,00		0,67	0,06	90	19,04	— 4
31	19,06		0,61	0,05	82	19,10	— 4
32	19,11	19,67	0,56	0,04	71	19,15	— 4
33	19,15		0,52	0,05	97	19,19	— 4
34	19,20		0,47	0,04	85	19,24	— 4
35	19,24		0,43	0,04	93	19,27	— 3
36	19,28		0,39	0,03	77	19,31	— 3
37	19,31		0,36	0,03	83	19,34	— 3
38	19,34		0,33	0,03	91	19,37	— 3
39	19,37		0,30	0,03	100	19,40	— 3
40	19,40		0,27	0,03	111	19,42	— 2
41	19,43		0,24	0,02	83	19,44	— 1
42	19,45		0,22	0,03		19,46	— 1
43	19,48	19,67	0,19	0,02		19,48	0
44	19,50		0,18	0,02		19,51	— 1
45	19,52		0,16	0,01		19,52	0
46	19,53		0.15	0,02		19,54	— 1
47	19,55		0,14	0,02		19,56	— 1
48	19,57	19,70	0,13	0,02		19,58	— 1
49	19,59		0,12	0,01		19,60	— 1
50	19,60		0,11	0,01		19,61	— 1
51	19,61		0,10	0,01		19,62	— 1
52	19,62	19,71	0,09	0,01		19,63	— 1
53	19,63		0,08	0,01		19,64	— 1
54	19,64		0,07	0,01		19,64	0
55	19,65		0,07	0,01		19,66	— 1
56	19,66		0,06	0,01		19,66	0
57	19,67	19,72	0,05	0,01		19,67	0
58	19,68		0,05	0,01		19,68	0
59	19,69		0,04	0,00		19,69	0
60	19,69		0,04	0,01		19,69	0
61	19,70	19,73	0,03			19,69	+ 1
			116,41	10,35	0,0889		

Da in den meisten Fällen $E < 1/2$ ist, so genügt es als erste Annäherung, von der Reihenentwickelung

$$\log \text{nat} (1 - E) = -(E + 1/2\, E^2 + 1/3\, E^3 \ldots)$$

nur das erste Glied beizubehalten, sodass man genähert hat

$$w = \frac{1}{E}. \qquad (12)$$

Das Vorzeichen ist nicht weiter zu beachten, da über den Sinn von w kein Zweifel besteht.

Zur Erläuterung der obigen Sätze möge das folgende Beispiel dienen. Ein Bodenthermometer mit grossem zylindrischen Quecksilbergefäss von etwa 8 *ccm* Inhalt wurde in ein auf möglichst konstanter Temperatur gehaltenes Zimmer gebracht. Nachdem die erste rückläufige Bewegung der Kuppe vorüber war, wurden von Minute zu Minute die vorstehenden 62 Ablesungen A erhalten.

Die Lufttemperatur W wurde gleichzeitig an zwei empfindlicheren Thermometern kontrolirt, und man erkennt im Anfange der Beobachtungsreihe deutlich die Störung, welche durch das Heranbringen des kalten Instrumentes verursacht wurde. Aus je zwei aufeinanderfolgenden Ablesungen sind dann nach Gleichung (7) die in Spalte 6 gegebenen Werthe von E berechnet, deren Uebereinstimmung als eine vollkommene zu bezeichnen ist, wenn man beachtet, dass ein Fehler in A von 0°,01 die letzte Stelle von E bei $t = 11$ um 3 Einheiten, bei $t = 26$ um 10 Einheiten und bei $t = 41$ bereits um 40 Einheiten ändert. Von $t = 42$ an wurden daher oben die einzelnen E, deren Unsicherheit ihren ganzen Betrag bald übersteigt, nicht mehr berechnet.

Durch die vollkommene Konstanz des Werthes von E, die sich ebenso in mehr als 30 anderen Beobachtungsreihen bestätigte, ist der experimentelle Beweis erbracht, dass innerhalb der hier in Frage kommenden Grenzen der Gang des Thermometers jedenfalls mit sehr grosser Annäherung durch das Newton'sche Abkühlungsgesetz dargestellt wird. Um dies noch deutlicher zu zeigen, wurden aus dem gefundenen Mittelwerthe $E = 0{,}0889$ und aus der ersten Ablesung $A = 9°{,}35$ nach Gleichung (6) alle folgenden Ablesungen berechnet. Diese theoretischen, unter R angegebenen Thermometerstände entfernen sich von den beobachteten Werthen während der ganzen, eine Stunde langen Messungsreihe im Maximum um 0°,08. Es darf dabei kein Bedenken erregen, dass die Werthe von $B-R$ immer lange Zeit das gleiche Vorzeichen behalten, denn sobald einmal etwa durch einen Luftzug die Temperatur des Thermometers eine kleine Störung erlitten hat, werden alle folgenden A denselben Fehler zeigen müssen. Hätte man z. B. oben die Aenderung von W zwischen $t = 8$ und $t = 43$ gleichmässig und nicht in der durch die Kontrolthermometer angezeigten plötzlichen Weise stattfinden lassen, so wäre $B-R$ fast vollständig verschwunden. Nach dem Ende der Reihe hin muss $B-R$ stets wieder Null werden, da sich A und R gleichzeitig der Grenze W nähern.

Aendert sich einmal die Lufttemperatur schnell um 2°, so wird dieses allerdings ziemlich träge Thermometer nach Gleichung (9) 7,5 Minuten brauchen, um die neue Temperatur wenigstens auf einen ganzen Grad richtig zu zeigen; verlangt man aber eine Genauigkeit von 0°,1, so müsste man mit der Ablesung 32 Minuten von dem Momente der Temperaturänderung an warten. Auch diese Zahlen werden durch obige Beobachtungsreihe vollkommen bestätigt: Bei $t = 18$ betrug $W - A$ etwa 2°; bei $t = 25{,}7$, also nach 7,7 Minuten, war die Aussentemperatur bis auf 1° und nach 32 Minuten, bei $t = 50$, bis auf 0°,1 erreicht.

Findet dagegen z. B. eine gleichförmige Temperaturänderung von 3° in einer Stunde statt, so folgt $W_1 = 0°{,}05$ und nach (10) wird obiges Instrument in diesem Falle

einen konstanten Fehler von $0^0,54$ besitzen, um welchen es bei steigender Temperatur zu tief, bei fallender zu hoch steht. Will man die Lufttemperatur zur Zeit t bestimmen, so hätte man dieses Thermometer nach (11) erst zur Zeit $t + 10,^m 74$, also fast 11 Minuten später abzulesen.

Ueber den erheblichen Betrag dieser Wartezeit war ich selbst sehr erstaunt; denn während man sich bisher bei allen Messungen, auf welche die Lufttemperatur von Einfluss ist, stets bemüht hat, die Thermometerstände möglichst genau für den Moment der Beobachtung zu ermitteln, würde es nach Obigem viel richtiger sein, mit der Thermometerablesung immer eine geraume Zeit zu warten. Es wurde hier allerdings eine während einiger Zeit gleichmässige Veränderung der Lufttemperatur vorausgesetzt, doch wird man mit dieser Annahme dem durchschnittlichen Temperaturverlaufe sich gewiss mehr nähern, als wenn man die Temperatur als konstant annimmt; und nur in diesem letzteren Falle würde auch die sofortige Ablesung die wahre Luftwärme ergeben.

Um deutlich zu zeigen, dass man nicht nur bei gleichförmiger Temperaturänderung, sondern bei jedem beliebigen Gange des Thermometerstandes durch Innehaltung der Wartezeit erheblich genauere Temperaturbestimmungen erzielt, gebe ich in dem folgenden Beispiele noch das Verhalten eines Thermometers von mittlerer Empfindlichkeit ($E = 1/3$) bei einer kurzen Temperaturwelle von 1° Amplitude.

t	W	A	F_1	F_2
Min.	°	°	°	°
0	12,00	12,00	0,00	+ 0,02
1	12,02	12,00	— 2	+ 3
2	12,05	12,01	— 4	+ 4
3	12,11	12,02	— 9	+ 4
4	12,18	12,05	— 13	+ 3
5	12,27	12,09	— 18	+ 1
6	12,34	12,15	— 19	+ 1
7	12,42	12,21	— 21	+ 2
8	12,50	12,28	— 22	+ 4
9	12,63	12,35	— 28	0
10	12,75	12,44	— 31	— 4
11	12,82	12,54	— 28	— 3
12	12,88	12,63	— 25	— 3
13	12,94	12,71	— 23	— 4
14	12,98	12,79	— 19	— 5
15	12,99	12,85	— 14	— 4
16	13,00	12,90	— 10	— 4
17	12,99	12,93	— 6	— 3
18	12,98	12,95	— 3	— 4
19	12,95	12,96	+ 1	— 5
20	12,90	12,96	+ 6	— 6
21	12,82	12,94	+ 12	— 6
22	12,72	12,90	+ 18	— 5
23	12,61	12,84	+ 23	— 4
24	12,50	12,76	+ 26	— 3
25	12,37	12,67	+ 30	0
26	12,26	12,57	+ 31	+ 1
27	12,16	12,47	+ 31	+ 3
28	12,08	12,37	+ 29	
29	12,02	12,27	+ 25	
30	12,00	12,19	+ 19	

W sind hier die angenommenen wahren Lufttemperaturen, aus denen die Thermometerangaben *A* nach (7) berechnet wurden; unter F_1 sind die Fehler der Temperaturbestimmung angegeben, die man bei sofortiger Ablesnng des Thermometers begeht, während die unter F_2 stehenden Fehler eintreten, wenn man mit der Ablesung stets 3 Minuten wartet. Der Vorzug des neuen Ableseverfahrens ist aus diesen Zahlen ohne Weiteres ersichtlich.

Zur Orientirung theile ich noch die Werthe der „Empfindlichkeit" mit, die sich für einige gebräuchliche Thermometerformen ergeben haben.

Empfindlichkeit verschiedener Thermometer.

Assmann'sches Aspirationsthermometer, aspirirt, fallend	$E = 0{,}84$
„ „ „ steigend	0,73
„ „ nicht aspirirt	0,066
Standthermometer, Kugel 7 *mm* Durchm., bei starkem Wind	0,50
„ bei mässig bewegter Luft	0,40
„ im Zimmer	0,25
Beobachtnngstherm., Kugel 10 *mm* Durchm., bei starkem Wind	0,44
„ bei mässig bewegter Luft	0,38
„ im Zimmer	0,17
Richard'scher Thermograph mit Bourdon'schem Manometerrohr,	
bei bewegter Lnft	0,33
bei ruhiger Luft	0,12
Bodenthermometer, 8 *ccm* Quecksilberinhalt	0,089
Pendelthermometer ohne Linse	0,074
Gewöhnliches Zimmerthermometer mit Holzskale	0,10.

Das Aspirationsthermometer und der Thermograph wurden mir von Herrn Prof. Sprnng, das Pendelthermometer von Herrn Geh.-Rath Helmert freundlichst zur Verfügung gestellt. Das zuletzt genannte Instrument hat die Form der invariabelen Halbsekundenpendel: eine etwa 30 *cm* lange, 8 *mm* starke Messingstange, welche unten die schwere Linse trägt. In ein Thermometer ist dieser Apparat dadurch verwandelt, dass die Stange in ihrer ganzen Länge durchbohrt und durch ein ebensolanges Quecksilbergefäss ausgefüllt wurde. An der hiermit verbundenen Kapillaren wird man also sehr nahe die Temperaturen der Messingstange ablesen. Die oben gegebene Zahl ist deswegen interessant, weil sie anzeigt, in welcher Weise kleinere Messingtheile der Lufttemperatur folgen. Ganz anders wird dagegen das Verhalten bei grösseren Apparaten aus Metall. Schon wenn man an der genannten Messingstange die Linse anbrachte, so folgten die Ablesungen nicht mehr dem einfachen Abkühlungsgesetze: Anfangs kühlt sich die Stange der obigen Zahl entsprechend ab, doch nach und nach tritt die Wärmezufuhr ans der anhängenden Metallmasse immer stärker hervor, sodass *E* immer kleiner wird. Für ein ganzes Beobachtungsinstrument ist es daher nicht möglich, die Wärmeempfindlichkeit durch eine einzige Zahl erschöpfend darzustellen, sondern dies wird immer nur für homogene Körper von geometrisch einfachen Formen geschehen können. Immerhin wird man aber den Schwerpunkt obiger Sätze neben ihrer direkten Anwendung zur Thermometerprüfung gerade darin zu erblicken haben, dass man auf dieser Grundlage bei Berücksichtigung der Gesetze der Wärmeleitung zu einer exakten Temperaturbestimmung einzelner wichtiger Instrumententheile gelangen kann, worüber an anderer Stelle eingehender berichtet werden soll.

Potsdam, Astrophys. Observatorium, Dezember 1896.

Referate.

Ablesevorrichtung für Aufzeichnungen selbstthätiger Pegel[1]).

Von Wilhelm Seibt. *Centralbl. d. Bauverwalt. 1896. S. 572.*

Eine der eigenartigen Einrichtungen des „selbstthätigen kurvenzeichnenden Kontrolpegels System Seibt-Fuess“ besteht darin, dass, wie in meiner in *dieser Zeitschr. 11. S. 351. 1891* abgedrückten Abhandlung ausgeführt ist, von zwei in unabänderlicher Entfernung von einander befestigten Stiften auf dem Registrirbogen oben und unten je eine Grundlinie fg bezw. hi erzeugt wird. Das Maass, um welches die Entfernung der letzteren nach erfolgter Abnahme des mit der Wasserstandskurve versehenen Papierbogens von der Entfernung der beiden Stifte abweicht, liefert in verhältnissmässiger Vertheilung auf die bezüglichen, vom Bogen abgegriffenen Ordinaten den Werth zur Verbesserung der letzteren hinsichtlich des Einflusses der Grössenveränderung, welche der Papierbogen an der nachgemessenen Stelle seit der Aufzeichnung des betreffenden Wasserstandes zu erleiden hatte.

Aus dem Vorstehenden folgt, dass zur Beseitigung des aus der eben erwähnten Quelle entspringenden Fehlers für jeden Punkt der Wasserstandskurve zwei Ordinaten abgegriffen und rechnerisch verarbeitet werden müssen.

Die in Nachstehendem beschriebene „Ablesevorrichtung“[2]) ermöglicht es, dem mit der Wasserstandskurve versehenen Papierbogen die einzelnen jeweiligen Wasserstände auf rein mechanischem Wege, von den Einflüssen jener Fehlerquelle völlig befreit, *unmittelbar* zu entnehmen.

Auf der linken und rechten Seite einer Unterlageplatte (Reissbrett, Zeichentisch u. s. w.) *ABCD* befinden sich die beiden verschiebbaren Lineale *L*, welche mittels der durch entsprechende Ausschnitte in denselben geführten Flügelschrauben *a* festzuklemmen sind.

Einen weiteren Theil der Vorrichtung bildet ein auf beiden Seiten mit einer abgerundeten Spitze versehener Maassstab *M*, welcher von Spitze zu Spitze in x gleiche, der Entfernung der beiden vorhin erwähnten Feststifte des Apparates von einander und der Verjüngung, in welcher die Aufzeichnungen erfolgten, entsprechend bezifferte Theile eingetheilt ist, deren Summe um ein weniges dasjenige Maass überschreitet, welches der Entfernung der auf dem Registrirbogen gezeichneten Grundlinien bei der wahrscheinlichen Maximalausdehnung des Papierbogens von einander entspricht.

Wird nun der Papierbogen, von dem die Ordinaten abgegriffen werden sollen, auf die Unterlageplatte und unter die beiden Lineale *L* geschoben, und werden letztere dem-

[1]) Vom Herrn Verfasser eingesandt. — Die Red.

[2]) Es darf hier darauf hingewiesen werden, dass auch die von mir früher angegebene „Kompensations-Nivellirlatte“ auf demselben mathematischen Grundgedanken beruht, auf welchem sich die hier besprochene „Ablesevorrichtung“ aufbaut. (Vgl. Gradmessungs-Nivellement zwischen Swinemünde und Konstanz. *Veröffentlich. d. Königl. Geodät. Instituts. S. 13. Berlin 1882.*)

nächst auf dem Bogen mittels der Flügelschrauben *a* so festgeklemmt, dass ihre inneren Kanten *bc* und *de* genau auf die beiden von den Feststiften gezogenen Grundlinien *fg* und *hi* (bezw. auf einen Theil derselben) zu liegen kommen, dann ist an dem vorhin beschriebenen, mit seinen Spitzen an die inneren Kanten jener beiden Lineale sanft angedrückten Maassstabe infolge seiner von dem Maasse der Papierveränderung abhängigen jeweiligen schiefen Lage, wie ohne weitere Beweisführung ersichtlich ist, jeder Punkt der Kurve bezogen auf die eine oder die andere der beiden Grundlinien, hinsichtlich des Einflusses der etwa stattgehabten Grössenveränderung des Papierbogens *unmittelbar* fehlerfrei zu entnehmen.

Die hier besprochene Vorrichtung, die für die Auswerthung der von selbstthätigen Pegeln des Systems Seibt-Fuess aufgezeichneten Kurven wesentliche Erleichterung bietet, ist zum patentamtlichen Schutze angemeldet und wird von Hrn. R. Fuess in Steglitz für jedes gewünschte Grössenverhältniss angefertigt.

Ueber die photographische Bestimmungsweise der Polhöhe.

Von A. Marcuse. *Astronom. Nachrichten* ***141.*** *Nr. 22. 1896.*

Weiterer Bericht über die Genauigkeit der Polhöhenbestimmung, die mit dem photographischen Zenithteleskop zu erlangen ist (vgl. Ref. über den ersten Bericht in *dieser Zeitschrift* ***16.*** *S. 340. 1896*). Der Bericht umfasst diesmal Messungen vom November 1895 bis Februar 1896; als wahrscheinlicher F. des Polhöhenwerthes aus einem Sternpaar ergiebt sich dabei ± 0",142, während die erste Reihe im Sommer 1895 ± 0",109 ergeben hatte. Das Mittel beider Resultate ist ± 0",125, zufällig genau derselbe Werth, den der Verf. aus Messungen mit dem Universal-Transit der Berliner Sternwarte, von ungefähr denselben Abmessungen wie das photographische Zenithteleskop, erhalten hatte. Ueber den Einfluss ungünstiger äusserer Umstände auf die Verfolgung der Polhöhenschwankungen durch das photographische Zenithteleskop an einem bestimmten Beobachtungsort berichtet der Verf. Günstiges: wegen zu heller Dämmerung z. B. kamen allerdings einzelne Sternpaare auf den Platten nicht zum Vorschein, leichte Bewölkung aber erwies sich kaum als störend, und fast ganz ohne Bedeutung war die Störung durch das Mondlicht. Im Ganzen sind nur 5% der gesammten Plattenzahl für die Ausmessung verloren gegangen, gewiss ein unerwartet günstiges Resultat. Ueber die zwischen optischer und photographischer Methode vergleichenden Messungen, die durch das Centralbureau der Erdmessung ausgeführt worden sind und auf die schon am Schluss des Referats über die erste Messungsreihe verwiesen worden ist, vgl. das folgende Referat. Ueber sein ganzes Messungsverfahren will der Verf. in Kurzem in einer besondern Publikation: „Die photographische Bestimmungsweise der Polhöhe" Ausführliches mittheilen. Zur Genauigkeit photographisch-astronomischer Messungen vgl. auch die Beschlüsse der 1896-er (Pariser) Zusammenkunft des Comités der Internationalen Himmelskarte, ferner den Aufsatz von Wilsing, *Astron. Nachr.* ***141.*** *Nr. 6* (*Nr. 3366*). *1896* u. s. f.

Hammer.

Bericht über die am photographischen und am visuellen Zenithteleskop erhaltenen Resultate.

Von M. Schnauder und O. Hecker. *Königl. Preuss. Geod. Inst.* (*Centralbureau d. Erdmessg.*). *September 1896.*

Vergleichung der optischen und der photographischen Beobachtungsmethode zur Bestimmung der Breitenvariation.

Von Th. Albrecht. *Ebenda. Oktober 1896.*

Diese Berichte über die vergleichenden Messungen des geodätischen Instituts, auf die schon am Schluss des Ref. über Marcuse's erste Mittheilung (vgl. d. vorige Referat) hingewiesen worden ist, und auf die der Genannte auch in der vorstehend angezeigten Veröffentlichung wieder verweist, sollen Beiträge zur Entscheidung darüber geben, ob auf den

vier Stationen, die zur Verfolgung der „Erdachsenschwankung“ zu errichten sind und auf denen fortlaufende Polhöhenbestimmungen auszuführen sein werden, die Messungen die Methode Marcuse's befolgen sollen oder ob es bei der „visuellen“ Methode verbleiben soll. Die Berichte stellen nun in Abrede, dass die photographische Methode Vortheile gewähre, sie betonen, dass so gut wie kein Grund dafür, viele Gründe bestimmt dagegen sprechen, die altbewährte Methode zu verlassen: bei der photographischen Methode sei die Zahl der zur Beobachtung sich eignenden Sternpaare geringer; der Erfolg der Aufnahmen mehr äussern Einflüssen unterworfen und Unterbrechungen ausgesetzt; die Kontrole der Resultate erst verspätet möglich und nicht vom Beobachter selbst und allein durchzuführen; die Konstantenbestimmung des Messapparates erschwert; die Ausmessung der Platten zeitraubend und äusserst mühsam, ferner möglicher Weise stark von persönlichen und meteorologischen Einflüssen abhängig, wie denn überhaupt die lichtempfindliche Schicht der Platten ein unkontrolirbares Element vorstelle. Die ganze photographische Methode, fügt Albrecht hinzu, stelle gegenüber der Einfachheit der optischen Methode eine beträchtliche Komplikation vor.

Obwohl einzelne dieser Einwände von anderer Seite widerlegt sind oder ohne Zweifel noch werden, ist es doch kaum mehr fraglich, dass von Seiten des Centralbüreaus der Erdmessung für die Beobachtungen auf den vier internationalen Polhöhenstationen die photographische Methode nicht zur Anwendung kommen wird. Dafür wird die optische Leistung der zu verwendenden visuellen Zenithteleskope erhöht werden. *Hammer.*

Gyroskop-Horizont des Admiral Fleuriais.

Von E. Guyou. *Compt. rend.* **123.** *S. 669. 1896* und A. Schwerer. *Ebenda S. 686.*

Das ursprüngliche Modell des von dem französischen Admiral Fleuriais erdachten Gyroskop-Horizontes wies noch solche Mängel auf, dass man die Hoffnung, das Problem der Höhenmessung zur See bei unsichtbarer Kimme mit demselben lösen zu können, doch wieder aufgeben musste. Die Rotationsdauer des Kreisels war zu gering, um mehr als einen Kontakt zu bewerkstelligen, die Achse des Kreisels gerieth beim „in Bewegungsetzen“ leicht aus ihrer normalen Lage; endlich waren Spitze und Spitzenlager viel zu zerbrechlich ausgefallen. Admiral Fleuriais hat aber kurz vor seinem Tode durch den Mechaniker Démichel in Paris ein neues Modell des Instrumentes konstruiren lassen, bei welchem der Kreisel in einem luftleeren Raum rotirt, sodass dessen Rotationsdauer auf 2 Minuten erhöht wurde. Démichel hat auch die technischen Details verbessert, sodass nunmehr jede Gefahr einer Exzentrirung der Achse oder eines Bruches derselben und ihres Lagers ausgeschlossen sein soll. Das neue Modell wurde auf zwei französischen Kriegsschiffen während einer Seecampagne von 10 Monaten erprobt und lieferte ausgezeichnete Resultate. Bei den Anforderungen, die man heutigen Tages an den Navigationsoffizier stellt, bei der Nothwendigkeit, auf den schnellfahrenden Dampfschiffen die geographische Schiffsposition öfter auch bei der Nacht mit Sicherheit bestimmen zu müssen, lässt sich voraussetzen, dass nunmehr auch andere Nationen das neue Instrument erproben und, wenn es sich bewährt, einführen werden. Vorläufig dürfte sich jedoch der raschen Verbreitung desselben der enorm hohe Preis (600 Fr. ohne Sextanten) entgegenstellen. *E. G.*

Experimentelle Untersuchung des Assmann'schen Psychrometers.

Von A. Svensson. *Meteorolog. Zeitschr.* **13.** *S. 201. 1896*[1]).

Die Untersuchung bezweckte in erster Linie, den Einfluss des Luftdruckes auf die Psychrometer-Konstante zu ermitteln. Zu dem Ende wurde der Zentrifugal-Ventilator vom Psychrometer abgeschraubt und dieses dann in einen Glaszylinder mit zwei oberen und einer unteren Durchbohrung eingesetzt. In die letztere trat durch ein Bleirohr die Luft

[1]) Mit unwesentlichen Kürzungen übersetzt aus *Bih. till K. Svenska Vet.-Akad. Handl.* **21.** *Afd. I. No. 5. 1896.*

ein, nachdem sie zuvor einen Hahn zur Regulirung der Geschwindigkeit und ein Wasserbad zur Ausgleichung der Temperatur passirt hatte; durch die oberen Oeffnungen stand der Zylinder mit einem Barometer und mit einer Luftpumpe von Deleuil in Verbindung. Die Luftpumpe, vor welche ein grosser Glasballon zur Ausgleichung des Luftdruckes geschaltet war, wurde in bestimmtem Rhythmus gedreht und so eine recht konstante Ventilation (im Mittel 1,42 *m/sek.*) erhalten; durch zweckmässige Einstellung des Hahnes konnte ferner der Luftdruck beliebig regulirt werden. Von dem Luftzuführungsrohr führte eine seitliche Abzweigung zu einem Sonden'schen Volumhygrometer (beschrieben in *dieser Zeitschr.* **12.** *S. 357. 1892*), das als Kontrol-Instrument für das Aspirations-Psychrometer benutzt wurde.

Die Versuche ergaben folgende Mittelwerthe der Psychrometer-Konstante A bei verschiedenen Luftdrucken H:

$H =$	700	600	500	400	300
$10^{-6} A =$	643,4	644,3	644,2	643,3	651,6.

A ist also wenigstens innerhalb der Grenzen, zwischen welchen die Beobachtungen liegen, von H unabhängig. A ist nach dem Verf. auch unabhängig von der psychrometrischen Differenz bis zu 4° abwärts; wird diese Differenz noch kleiner, so nimmt A rasch zu. Nach relativen Feuchtigkeiten geordnet, ist A bis zu 55% sehr nahe konstant und wächst dann rasch bis zu 0,000976 bei 85%. Als mittleren Werth von A fand Svensson 0,000645, also einen kleineren Werth als Ferrel für das Schleuderpsychrometer (0,000660) und Sprung (0,000662). Verf. glaubt, dies auf das Vergleichs-Instrument zurückführen zu können, da sowohl das Kondensationshygrometer als auch die sog. chemische Methode leicht zu kleine Beträge des Dampfdruckes geben, während das Volumhygrometer eher etwas zu hohe Werthe zeigt. Dem Ref. scheint es wahrscheinlicher, dass der niedrige Werth von Svensson durch die zahlreichen Beobachtungen bei grosser Trockenheit (4/5 derselben bei weniger als 50% relativer Feuchtigkeit) entstanden ist, und dass A auch unter 55% nicht konstant ist, sondern mit abnehmender Feuchtigkeit ebenfalls abnimmt. Die bei den meisten Versuchen geringe Aspirations-Geschwindigkeit (1,4 *m/sek.* der Luftpumpe statt 2,2 bis 2,4) des Zentrifugal-Ventilators am Psychrometer) scheint keinen nennenswerthen Einfluss auf A gehabt zu haben.

Um den Einfluss der Strahlung aufzuheben, wurde bei einigen Versuchen — nach einem Vorschlage von Belli — nicht das Thermometer selbst, sondern der dasselbe zunächst umhüllende Metallzylinder mit befeuchteter Leinwand überzogen. Es sank dann A auf 0,000585 herab.

Messungen, bei denen das feuchte Thermometer beeist war, konnten nur in geringer Zahl ausgeführt werden. A wurde in diesen Fällen nicht unbedeutend geringer (0,000587); jedoch muss erwähnt werden, dass die Versuche durchweg in sehr trockener Luft (unter 34% relativer Feuchtigkeit) angestellt worden sind. *Sg.*

Maschine zur Erzielung niedrigster Temperaturen, zur Gasverflüssigung und zur mechanischen Trennung von Gasgemischen.

Von C. Linde. *Bayer. Ind. u. Gewerbeblatt 1896. S. 378.*

In *dieser Zeitschr.* **16.** *S. 156. 1896* ist der neue von Prof. Linde in München konstruirte „Gegenstromapparat“ zur Herstellung tiefster Temperaturen nach einer Mittheilung in *Wied. Ann.* kurz skizzirt worden. Die vorliegende Veröffentlichung enthält einige nähere Angaben über den wichtigen Apparat, die es wünschenswerth erscheinen lassen, noch einmal auf ihn zurückzukommen.

Fig. 1 giebt eine schematische Darstellung des Apparates. In dieser Skizze bedeutet C den Kompressor, in welchem das zu verflüssigende Gas — atmosphärische Luft — mit Einführung neuer Luft zum Ersatz von a her von p_2 auf den Druck p_1 komprimirt und von dem aus es nach Passiren des Kühlers R mit der Temperatur t_1 dem Gegenstromapparate zufliesst.

Bekanntlich besteht der Gegenstromapparat im wesentlichen aus zwei ineinanderliegenden, spiralig aufgewundenen Röhren *H*, die nach aussen gut isolirt sind; die komprimirte Luft durchfliesst die innere Schlange in der sie noch weiter auf t_2 abgekühlt wird und strömt bei *r*, ihre eigene Temperatur auf t_3 erniedrigend, in das Sammelgefäss aus. Von hier aus kehrt die Luft durch den ringförmigen Raum zwischen den beiden Schlangen *H* zum Kompressor zurück, indem sie dabei die ihr im inneren Raum entgegenfliessende wärmere Luft annähernd auf ihre eigene Temperatur abkühlt.

Es leuchtet ein, dass auf diese Weise in gegenseitiger Beeinflussung t_2 und t_3 immer weiter sinken müssen, bis in der Wirksamkeit des Apparates durch äussere Einflüsse ein Beharrungszustand eingetreten ist. Dieses Gleichgewicht wird jedoch der Regel nach erst dann zu Stande kommen, wenn, bei dem im Apparate herrschenden Druck, t_3 einen so tiefen Werth erreicht, dass die Verflüssigung der Luft beginnt.

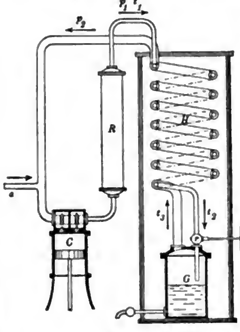


Fig. 1.

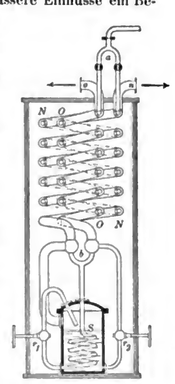


Fig. 2.

Die Zeit, welche von der Ingangsetzung der Maschine bis zum Eintritt des Beharrungszustandes verstreicht, hängt natürlich in erster Linie von den Dimensionen des Gegenstromapparates ab. In einem ersten Falle bestand derselbe aus zwei je 100 *m* langen und 3 bezw. 6 *cm* weiten Röhren und wog im Ganzen 1300 *kg*. Der Beharrungszustand trat hierbei erst nach 15 Stunden ein, aisdann lieferte der Apparat stündlich 3 *l* Flüssigkeit.

Ein zweiter Apparat, bestehend aus zwei Röhren von je 80 *m* Länge und 1,9 bezw. 4,0 *cm* lichter Weite, wog 500 *kg* und erforderte zur maximalen Temperaturerniedrigung 5 Stunden; man konnte dann stündlich 1 *l* Flüssigkeit entnehmen. Endlich konnte bei einem aus Kupferrohr gebildeten Gegenstromapparate von 60 *kg* Gewicht, die Zeit des Temperaturabfalles auf 2 Stunden, ja bei Vorkühlung mittels Kohlensäure auf weniger als 1 Stunde herabgemindert werden.

Auf die der Beschreibung des Gegenstromapparates folgenden theoretischen Erörterungen über den Wirkungsgrad der Maschine soll hier nicht eingegangen werden; dagegen möge noch eine Abänderung des Apparates beschrieben werden, die es ermöglicht, auf mechanischem Wege zwei Gase, etwa Sauerstoff und Stickstoff aus der atmosphärischen Luft, von einander zu trennen, die somit die Gewinnung von Sauerstoff in grossen Mengen gestattet.

Im Prinzip bedient man sich hierbei des Erfahrungssatzes, dass zwei miteinander gemischte Gase sich zwar wesentlich zu gleicher Zeit verflüssigen, dass aber bei der Wiederverdampfung der flüchtigere Bestandtheil zuerst wieder in den gasförmigen Zustand übergeht. Um aber hierauf ein rationelles Verfahren gründen zu können, muss man verlangen, dass die Gase die zu ihrer Verflüssigung aufgewendete Kälte im wesentlichen im Apparat zurücklassen, d. h. den Apparat möglichst als Gase von gewöhnlicher Temperatur verlassen.

Zu diesem Zwecke wird, wie es Fig. 2 schematisch zeigt, die aus dem Kühler kommende komprimirte Luft in zwei Gegenstromapparate *N* und *O* bei *a* verzweigt, deren innere Schlangen sich bei *b* wieder vereinigen, sodass der gesammte Luftstrom zunächst eine Kühlschlange *S* im Sammelgefäss passirt und dann bei r_1 in das Sammelgefäss selbst ausströmt.

Die Wärmezufuhr durch die Kühlschlange *S* veranlasst nun zunächst eine Verdampfung des Stickstoffs aus der Flüssigkeit im Sammelgefäss, der durch den äusseren Mantel

von N aufsteigt und, nachdem er seine Kälte an den im inneren Rohre entgegenkommenden Luftstrom abgegeben hat, bei n die Maschine verlässt. Die durch diesen Vorgang sauerstoffreicher gewordene Flüssigkeit im Sammelgefäss steigt in dem äusseren Mantel von O auf, verdampft hier und verlässt, nachdem auch sie ihre Kälte an die Luft im inneren Rohr abgegeben hat, bei o die Maschine als mehr oder weniger reiner Sauerstoff. In welchem Maasse bei o reiner Sauerstoff abgeschieden wird, hängt von der stärkeren oder schwächeren Drosselung des Ventils r_2 ab, welches das Verhältniss zwischen der im Sammelgefäss befindlichen Flüssigkeitsmenge und der wirksamen Heizfläche der Spirale S regelt.

Die Versuche ergeben die Möglichkeit, 5 *cbm* Luft (von gewöhnlicher Temperatur und Atmosphärendruck) pro Stunde und Pferdestärke in Sauerstoff und Stickstoff zu trennen.

Schl.

Ueber die dauernden Deformationen des Glases und die Verschiebung des Nullpunktes der Thermometer.

Von L. Marchis. *Compt. rend.* **123.** *S. 799. 1896.*

Um die Erscheinungen der dauernden Deformation des Glases zu studiren, wählte der Verf. mehrere Thermometer aus einem Krystallglas (*Guilbert Martin*), welche eine hohe Eispunktsverschiebung aufwiesen, und untersuchte bei diesen die Verrückung des Punktes $t = 60°$, wenn das Instrument abwechselnd dieser Temperatur und einer der vier anderen: $T = 185°$, $310°$, $357°$ und $-80°$ ausgesetzt war. Bezeichnet man die abwechselnde Erwärmung zwischen 60° und einer bestimmten dieser vier Temperaturen als eine Versuchsreihe, so stellt er folgende Gesetze auf:

1. Sind $x_1\, x_2\, x_3 \ldots$ die Angaben des Instrumentes bei 60° in den aufeinander folgenden Versuchen einer Reihe, so wachsen diese Werthe $x_1\, x_2\, x_3 \ldots$ stetig derart, dass die Differenzen $(x_2 - x_1)$, $(x_3 - x_2) \ldots$ gegen Null konvergiren. Sie haben als obere Grenze einen Werth $X_1 = \chi_1\, (\theta, t, T)$, wo θ die Zeit bedeutet.

2. Die obere Grenze hat einen um so höheren Werth, je höher die voraufgegangene Temperatur war.

3. Ist einmal die obere Grenze X_1 in einer Reihe (θ, t, T) erreicht, und bringt man dann irgend eine Störung im Zustande des Thermometers hervor, so ergiebt eine neue, analoge Reihe (θ, t, T) einen anderen Werth $X_2 > X_1$.

Eine solche Störung im Zustande des Thermometers geschieht durch eine Erwärmung über T, oder dadurch, dass man das Thermometer längere Zeit auf einer Temperatur zwischen t und T hält, oder durch eine Veränderung des Abkühlungsmodus von T auf t.

4. Die Werthe $X_1\, X_2\, X_3 \ldots$ wachsen gleichfalls kontinuirlich und ebenfalls so, dass die Differenzen $(X_2 - X_1)$, $(X_3 - X_2) \ldots$ sich der Null nähern. Der „Grenzwerth der Grenzwerthe“ $X_1\, X_2\, X_3 \ldots$ für eine Reihe (θ, t, T) möge mit X bezeichnet werden.

5. Vergrössert man nach und nach die Dauer des Verweilens des Instrumentes entweder auf der Temperatur t oder T, so befolgen die besonderen Grenzwerthe in jeder solchen Reihe dasselbe Gesetz wie die Grenzwerthe $X_1\, X_2\, X_3 \ldots$ Auch hier existirt ein „Grenzwerth der Grenzwerthe“.

Schl.

Sicherheitshahn für Ballons mit komprimirten oder verflüssigten Gasen.

Von E. Ducretet und L. Lejeune. *Compt. rend.* **123.** *S. 810. 1896.*

Zur Vermeidung von plötzlichem Austritt grosser Mengen des Gases, wodurch leicht Explosionen herbeigeführt werden können (z. B. bei Acetylen), ist der Ausflusskanal von innen her durch ein mittels Spiralfeder angepresstes Ventil geschlossen. Da dies Ventil nur eine kleine, dem jeweiligen Gebrauche angepasste, dauernd geöffnete Bohrung besitzt, so ist einer zu grossen Gasentnahme ein für alle Male vorgebeugt. Andererseits gestattet das Ventil, wenn es durch eintretendes Gas unter Zusammenpressung der Spiralfeder niedergedrückt wird ein schnelles Füllen des Ballons.

Schl.

Durchlässigkeit und Photometrie der X-Strahlen.

Von A. Roiti. *The Electrician* ***37.*** *S. 670. 1896.*

Roiti hat gewissermaassen die bekannten Versuche von Melloni über Absorption der strahlenden Wärme auf das Gebiet der X-Strahlen übertragen. Als Strahlungsquelle benutzt er eine Doppelröhre von zylindrischer Form. Auf die eben abgeschliffenen Ränder jeder Röhre sind Aluminiumplatten von 2 *mm* Dicke gelegt, die auf beiden Seiten polirt sind und gleichzeitig als Anode dienen. Die beiden Röhren haben eine solche Lage zu einander, dass diese Aluminiumplatten sich parallel gegenüberstehen. Die Kathode besteht aus einem kleinen, am andern Ende des Zylinders eingeschmolzenen Hohlspiegel aus Aluminium, sodass die Aluminiumplatten möglichst gleichmässig von den Kathodenstrahlen getroffen werden.



Zur Vergleichung der Intensität der von den beiden Röhren ausgehenden X-Strahlen dient ein Apparat, der dem bekannten Photometer von Ritchie nachgebildet ist. Auf dem Boden eines viereckigen Kastens (vgl. d. Fig.) steht ein rechtwinkliges Prisma, dessen Flächen mit einer phosphoreszirenden Substanz bedeckt sind. Gegenüber den Prismenflächen sind in die Wände Fenster eingeschnitten, die durch Kartonpapier bedeckt sind; im Uebrigen sind die Wände des Kastens mit Blei ausgekleidet. Dem Prisma gegenüber ist ein Diaphragma angebracht, durch welches man die Kante des Prismas und die beiden Flächen desselben erblickt.

Dieser Apparat wird nun zwischen die beiden Röhren gebracht, oder auch zwischen eine Röhre und eine Glühlampe, deren Strahlen ein Kobaltglas durchsetzt haben. Nachdem durch Variiren der Entfernung auf Gleichheit der Hälften des Gesichtsfeldes eingestellt ist, wird vor das eine Fenster die auf ihre Absorption zu untersuchende Substanz gebracht und von Neuem eingestellt. Unter Annahme des Gesetzes der Abnahme der Intensität mit dem Quadrat der Entfernung wird alsdann die Absorption berechnet.

Es zeigte sich, dass, wie bei Wärmequellen, die Durchlässigkeit für X-Strahlen, die von verschiedenen Röhren herrühren, im Allgemeinen nicht gleich ist. Ist dagegen eine Substanz für die Strahlen einer Röhre besser durchlässig, als für die einer anderen, so scheint dies auch für alle anderen Substanzen der Fall zu sein (im Gegensatz zur Wärmestrahlung). Die Absorptionskoëffizienten selbst nähern sich mit abnehmender Dicke der durchstrahlten Schicht einem konstanten Werth. Alles in allem lassen sich aber absolute Werthe für Absorptionskoëffizienten nicht angeben, ohne dass man die Strahlungsquelle näher definirt und berücksichtigt, durch welche Substanzen die Strahlen vorher gegangen sind. *E. O.*

Ein neuer Unterbrecher für Induktionsspulen.

L'Électricien (2) ***12.*** *S. 289. 1896.*

Jeder Physiker hat genugsam erfahren, welche Unbequemlichkeiten die Unterbrecher wegen ihres unsicheren Arbeitens bereiten. Bei Benutzung schwacher Ströme hat sich freilich dieser Zustand sehr wesentlich gebessert, seitdem M. Wien (*Wied. Ann.* ***42.*** *S. 598. 1891*) seinen Saitenunterbrecher konstruirt hat, ein Instrument, das gleichmässig arbeitet und eine Variation der Schwingungszahl ganz nach Wunsch zulässt. Dagegen fehlen diese Eigenschaften allen Unterbrechern für stärkere Ströme. Auch der Unterbrecher von Deprez, der jetzt häufiger benutzt wird, zeigt das berüchtigte Kleben.

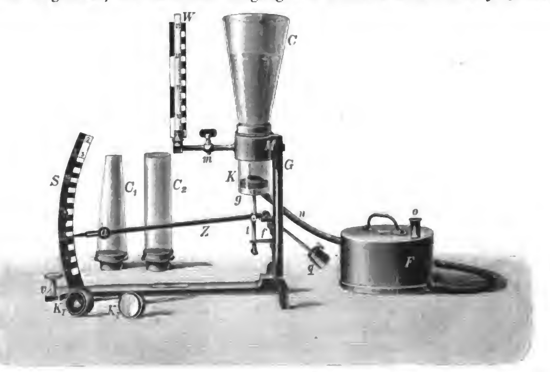
Neuerdings ist von Gaiffe ein Unterbrecher beschrieben worden, der die gerügten Mängel in manchen Punkten zu vermeiden scheint. Der Anker ist nicht, wie bei den bisherigen Anordnungen, am Ende einer Feder befestigt, sondern zwischen zwei einander parallelen Federn festgeklemmt, deren Enden beiderseits über das Eisenstück herausragen. Die Enden der Federn sind an zwei Säulen befestigt. Es wird also die Torsionselasti-

zität der beiden Federn benutzt, um den Anker in Schwingungen zu versetzen. Aber auch diese Anordnung versagte schliesslich bei Steigerung der Spannung. Um nun das Kleben des Ankers zu beseitigen, lässt Gaiffe die Unterbrechungsstelle wandern. Er befestigt nämlich die Schraube, die bei den gewöhnlichen Unterbrechern der schwingenden Feder fest gegenüberzustehen pflegt, in einer Muffe, die in ein grosses Rad fest eingeschraubt ist. Dieses Rad wird durch einen Elektromotor langsam gedreht, der seinen Strom aus einer Abzweigung des primären Stromkreises erhält. Dem Motor sind Induktionsspulen mit Eisenkernen vorgeschaltet, um zu verhindern, dass die Extraströme diesen Stromkreis passiren. Auf diese Weise wandert die Unterbrechungsstelle fortwährend, sodass die Vorrichtung auch bei weiterer Steigerung der Spannung sicher arbeitet. *E. O.*

Präzisions-Bodendruckapparat.

Von H. Hartl. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* **9.** *S. 117. 1896.*

Das eiserne Gestell *G* trägt den Metallring *M*, auf den die Gefässe *C*, C_1 und C_2 aufgesetzt werden, und in den unten ein Glaszylinder von 36 *mm* lichter Weite eingekittet ist. In den Umfang des Ebonitkolbens *K*, der in dem Zylinder leicht verschiebbar ist, ist eine Nuthe eingedreht, die nach dem Vorgang von Steflitschek mit 20 *g* Quecksilber



gefüllt wird, um den Kolben abzudichten. An dem Kolben sitzt unten der Stahlstift *t*, der durch die Führung *f* gesteckt ist. Die Mitte des Stifts ruht in einer Pfanne des U-förmigen Gehänges, das mittels Schneiden an den Zeiger *Z* gehängt ist. Die Pfannen für die Schneiden des Zeigers sind an dem Gestell *G* angeschraubt. Das verschiebbare Scheibengewicht *q* dient zum Justiren. Die weithin sichtbare Skale *S* giebt den auf den Kolben ausgeübten Druck in Dekagramm an. Das mit einem Hahn versehene Seitenrohr *m* mündet in ein hohles Messingklötzchen, auf das das Glasrohr *W* aufgeschraubt ist. Die Zentimeterskale giebt die Höhe des Wasserspiegels über dem gesenkten Ebonitkolben an. An dem Metallring *M* sitzt noch ein zweites Rohr, das durch den Schlauch *n* mit dem Füllgefäss *F* verbunden ist. Das Ansatzrohr des Gefässes *F*, über das der Schlauch geschoben ist, trägt einen Hahn; das aufgesetzte Rohr *o* verhindert das Ausspritzen des Wassers, das mit Fluoreszeïn gefärbt ist. In der neueren Ausführung ist das Füllgefäss aus Glas und mit pneumatischem Knopfverschluss versehen. Der Apparat zeigt selbstthätig die Druckhöhe und den Bodendruck an. Statt des ebenen Ebonitkolbens *K* können auch solche mit erhabener und hohler Bodenfläche (K_1 und K_2) eingesetzt werden. Der Mechaniker J. Antusch zu Reichenberg (Deutschböhmen) fertigt den Apparat für 74 M. an. *H. H.-M.*

Das Kymographion nach Professor Hürthle.

Von Eug. Albrecht, Universitäts-Mechanikus in Tübingen.

In *dieser Zeitschr.* ***16.*** *S. 332. 1896* berichtet Herr Dr. S. S. Epstein „Ueber ein neues Kymographion", ohne das nach Angabe des Herrn Professor Hürthle von mir ausgeführte Instrument zu erwähnen, welches in *Pflüger's Archiv f. d. gesammte Physiol.* ***47.*** *1890* beschrieben und abgebildet ist. Da es für manchen Leser von Interesse sein dürfte, die Einrichtung beider Instrumente vergleichen zu können, möge hier die Abbildung des Kymographions nach Hürthle reproduzirt werden.

Wie man sieht, ist auch der letztere Apparat auf einem eichenen Tisch montirt und der zu beschreibende Papierstreifen wird um zwei Trommeln gelegt, deren eine (nicht mit dem Uhrwerk verbundene) auf einer T-Schiene verschiebbar ist. Bei dem Kymographion des Herrn Dr. Epstein ist verzichtet:



1. auf Hebung und Senkung des Papierstreifens, welche an meinem Kymographion durch Hebung der die T-Schiene tragenden Spindel ermöglicht wird; dies ist von grossem Vortheil, da hierdurch die Ausnützung der ganzen Papierhöhe ermöglicht wird, ohne dass die Registrirapparate und das Versuchsobjekt aus ihrer Lage gebracht werden;

2. auf Drehung der Schiene um die Achse der Spindel; dies ermöglicht, während eines Versuches an den Apparaten zu hantiren, ohne dieselben abzunehmen, da die Papierfläche von den Registrirapparaten entfernt werden kann;

3. auf das Umlegen der T-Schiene und der Trommeln, wodurch das Schreiben auf horizontal laufendem Papier ausführbar wird.

Dagegen hat Herr Dr. Epstein die T-Schiene zur Vertikalstellung am vorderen Ende eingerichtet, um das Berussen und Fixiren des auf den Trommeln befindlichen Papieres vornehmen zu können. Zu diesem Zwecke müssen natürlich die am Kymographion befindlichen Registrirapparate und das Versuchsobjekt entfernt werden, wodurch das Aufziehen und Berussen eines zweiten Papierstreifens während eines Versuches sehr erschwert wird. Am Kymographion nach Prof. Hürthle könnte das Berussen auch sehr leicht „selbstthätig"

bei umgelegten Trommeln ohne Entfernung der Registrirapparate besorgt werden, doch empfiehlt es sich weit mehr, einestheils zur Schonung der Trommeln, anderntheils, um das Kymographion für beliebige Zeit mit berusstem Papier zu versorgen, die Berussung auf einem Hülfsgestell vorzunehmen, welches jedem Kymographion beigegeben ist; der Wechsel des Papiers nimmt nicht mehr als eine halbe Minute in Anspruch und kann ohne Lagenänderung der Registrirapparate ausgeführt werden.

Das Gestell zur Berussung und Fixirung des Papiers besteht gleichfalls aus zwei Rollen, von welchen die eine auf einer Schiene verschiebbar, die andere fest ist und durch eine Kurbel mit der Hand gedreht wird; diese letztere Trommel ist aus starkem Zinkblech gefertigt und allseitig geschlossen; ihr Hohlraum kann durch eine verschliessbare Oeffnung mit Eisstückchen oder kaltem Wasser gefüllt werden, wodurch das Papier vor allzustarker Erhitzung geschützt und die Berussung beschleunigt wird.

Was endlich die erzielbare Geschwindigkeit betrifft, so lässt sich diese von 0,5 bis 350 *mm* pro Sekunde variiren; wird besonders grosse Geschwindigkeit gewünscht, so liefere ich ein anderes Uhrwerk, bei welchem sich die Geschwindigkeit von 1 auf 150 *cm* pro Sekunde steigern lässt.

Erwiderung auf die vorstehende Mittheilung.

Von Dr. S. S. Epstein in Charlottenburg.

Auf den Artikel des Herrn Albrecht habe ich zu erwidern, dass mir das Hürthle'sche Kymographion thatsächlich nicht bekannt war; es ist weder in Langendorff's „Physiologischer Graphik" angeführt, noch war es in der mit dem letzten Physiologen-Kongress verbundenen Ausstellung physiologischer Apparate zu finden.

Im Einzelnen habe ich Folgendes zu bemerken:

Die Hebung und Senkung des Papierstreifens ist für unsere Zwecke völlig irrelevant. da wir ein Universalstativ von Zimmermann benutzen, welches eine minutiös genaue Hebung und Senkung der Schreibvorrichtung erlaubt.

Das Entfernen des Papierstreifens von der Registrirvorrichtung bedarf keiner eigenen Vorrichtung; ich kann dies durch Hebung der ganzen T-Schiene besorgen. Ebenso habe ich das vertikale Umlegen der Schiene dem horizontalen vorgezogen, da letzteres wohl ein Berussen, nicht aber *Fixiren* des Streifens ermöglicht. Unrichtig ist es auch, dass ich beim Berussen die Registririnstrumente bezw. Versuchsobjekte entfernen muss.

Herr Albrecht wird mir auch verzeihen, wenn ich mich seiner Behauptung gegenüber, er sei mit einem *Feder*-Uhrwerk im Stande, eine *gleichmässige* Geschwindigkeit von 350 *mm* oder gar 150 *cm* pro Sekunde zu erzielen, etwas skeptisch verhalte. Es widerspricht dies allen von mir gesammelten Erfahrungen.

Ueber das Stangenplanimeter, insbesondere ein Stangenplanimeter mit Rolle.

Von Landmesser J. Hamann. *Zeitschr. f. Vermess.* **25.** *S. 643. 1896.*

Das Prytz'sche Instrument nimmt dauernd das Interesse immer weiterer Kreise in Anspruch. Die angezeigte Arbeit giebt eine hübsche einfache geometrische Theorie, sodann die Ergebnisse einer Anzahl von Versuchsmessungen mit einem 200 *mm* langen Stangenplanimeter mit Rolle (nach der Einrichtung von Chr. Hamann, vgl. *diese Zeitschr.* **16.** *S. 184. 1896*). Diese Ergebnisse sind sehr günstig: an 6 polygonal begrenzten Flächen von 9, 16, 23, 38, 56, 88 *qcm* findet der Verf. m. F. von ± 0,07, 0,11, 0,13, 0,12, 0,16 und 0,18 *qcm* oder in Prozenten der Fläche von ± 0,7, 0,6, 0,6, 0,3, 0,3 und 0,2 % (diese Zahlen würden sich gut ausdrücken lassen durch die Formel: prozentischer Fehler der Fläche $= \frac{2}{\sqrt{F}}$ oder $\frac{2,5}{\sqrt{F}}$ (F in *qcm*); der Verf. leitet eine solche Formel nicht ab und sie wäre in der That selbstverständlich nicht ohne weiteres über den Umfang der Versuche hinaus auszudehnen; zu einem ersten Ueberblick genügt auch die Angabe 0,7 bis 0,3 % m. F. für Flächen zwischen 10 und 100 *qcm*). Dabei ist allerdings (für die zwei letzten Polygone allein in Betracht kommend) der durch die

Theorie geforderte Zuschlag an der Entfernung der End-Schneidenstellungen bereits gemacht. Zu bemerken ist auch noch, dass wenn die Flächenbestimmung auf Figuren beschränkt wird, deren Dimensionen im Vergleich zur Länge des Stangenplanimeters klein sind, der Inhalt der „Restfigur“ bei richtiger Wahl der Anfangsstellung des Instruments genügend *geschätzt* werden kann, sodass man mit *einer* Umfahrung ausreicht, die zweite Umfahrung in entgegengesetztem Sinne somit ersparen kann (vgl. den Aufsatz des Ref. in *dieser Zeitschr.* ***15.*** *S. 90. 1895*).

Zu der Einführung des Rades mit scharfem Rand am Stangenplanimeter statt der einfachen Beilschneide bei Prytz, die gleichzeitig von verschiedenen Seiten vorgeschlagen worden ist (E. Scott, Chr. Hamann u. s. f., vgl. mein Referat in *dieser Zeitschr.* ***15.*** *S. 183. 1895*) und zu andern Abänderungen des ursprünglichen Instruments ist bei dieser Gelegenheit auch noch anzuführen, dass sich eine eingehendere Mittheilung von Scott mit Abbildung in *Engineering* ***62.*** *S. 205. 1896* findet; dass sich ein Anonymus *ebenda* ***62.*** *S. 308. 1896* über Scott geradezu lustig macht („*Inventors, like love, surely must be blind*“; in der That ist der Ausspruch Scott's, sein Instrument sei „*as accurate as, if not more so than, the Amsler*“, missverständlich bis unverständlich und die Vorrichtung zu sehr scharfer Messung des Abstandes der End-Rollenstellungen mindestens überflüssig, weil im Widerspruch mit der an sich durch das Instrument erreichbaren Genauigkeit); und schliesslich, dass Prytz selbst in zwei Briefen an *Engineering* (*ebenda* ***62.*** *S. 347. 1896*) sich überhaupt gegen die Einrichtungen und Behauptungen von Scott und Goodman wendet. Im ersten Briefe werden die Celluloïdplatte, die bei Scott den Fahrstift ersetzt, beanstandet, ebenso die Ableseeinrichtung Scott's (beide zweifellos mit Recht; dabei wird mitgetheilt, dass Knudsen, bekanntlich der Verfertiger des Original-Stangenplanimeters, an einer bessern Ablesevorrichtung arbeite); ob Prytz auch mit Recht das Rad an Stelle der Schneide unbedingt verurtheilt, möchte Referent bezweifeln. Dass im zweiten Brief Prytz den Namen „Goodman's Planimeter“ zurückweist, ist in der Ordnung (vgl. mein Referat in *dieser Zeitschr.* ***16.*** *S. 309. 1896*); mehr zu empfehlen als die Anwendung von Goodman's „*improved*“ Planimeter sei es, sich vom nächsten Grobschmied ein Exemplar des ursprünglichen Prytz'schen Instruments herstellen zu lassen!

Hammer.

Ein neuer Messlatten-Reduktor.

Von E. Hammer. *Zeitschr. f. Vermess.* ***25.*** *S. 665. 1896.*

Bericht über Versuchsmessungen mit einem von H. Krayl konstruirten Apparat zur Ablesung der Reduktion schiefer Messlattenlagen auf den Horizont. Ref. findet diesen Apparat, für den er den oben genannten Namen vorgeschlagen hat, sehr empfehlenswerth.

Hammer.

Das Sanguet'sche Tachymeter.

Von M. Petzoldt. *Zeitschr. f. Vermess.* ***25.*** *S. 144. 1896.*

Kurze Mittheilung über das *Tachymètre autoréducteur* von Sanguet, das die Reduktion tachymetrisch gemessener Distanzen auf die Horizontale selbstthätig besorgt. In Beziehung auf die Genauigkeit wird nur die von Sanguet selbst herrührende Zahl ± 6 *cm* auf 100 *m* angegeben, sodass der Verf. keine eigenen Versuche mit dem Instrument angestellt zu haben scheint. *Hammer.*

Die Genauigkeit der Pointirung bei Längenmaassvergleichungen.

Von Dr. H. Stadthagen. *Zeitschr. f. Vermess.* ***25.*** *S. 168. 1896.*

Die persönliche Gleichung bei Längenmaassvergleichungen.

Von demselben. *Ebenda. S. 103.*

Die in der ersten Mittheilung besprochenen Messungen sind mit 25-fach vergrössernden Mikroskopen gemacht, wobei die Mikrometer die Ablesung von 0,1 μ gestatteten. Aus unmittelbar nach einander gemachten Doppeleinstellungen findet der Verf. trotz der Verschiedenheit der Striche auf den 3 benutzten Stäben (1, 2, 3 sind aus Bronze, Stahl, Messing, bei 1 sind die eingesetzten Pflöcke, die die Theilstriche tragen, aus Platin-Iridium, bei 2 aus

Platin, bei 3 aus Silber) im Ganzen eine merkwürdige Uebereinstimmung des mittleren Einstellungsfehlers; er besitzt nämlich bei allen Stäben und bei beiden Beobachtern (Stadthagen und Pensky) den sehr kleinen Werth von $\pm 0{,}3\ \mu$. In der zweiten Mittheilung wird eine ziemlich konstant bleibende *persönliche Gleichung* zwischen den beiden oben genannten Beobachtern bei den Längenmaassvergleichungen im Betrage von rund 1 μ nachgewiesen.

Ueber den Gegenstand beider Mittheilungen vergl. auch *Wissensch. Abh. der Kais. Normalaichungs-Kommission. 1. Heft. S. 49. 1895.* Berlin, J. Springer. *Hammer.*

Auftrage-Apparat.

Von Oberlandmesser Seyfert. *Zeitschr. f. Vermess.* **25.** *S. 147. 1896.*

Ein Koordinatograph (D.R.G.M. 42114), an dem neu ist die Verwendung eines Messkeils mit dem Anzug 1 : 10 zum genauen Abtragen der Ordinaten. Das Instrument ist bemerkenswerth, leider der Preis ziemlich hoch (75 M.; Ott in Kempten). *Hammer.*

Neu erschienene Bücher.

W. Valentiner, Handwörterbuch d. Astronomie. (Aus: „Encyklopädie d. Naturwissenschaften".) 1. Bd. gr. 8°. XIV, 839 S. m. 241 Abbildgn. u. 3 Taf. Breslau, E. Trewendt. 24,00 M.; geb. in Halbfrz. 26,40 M.

S. S. Epstein, Hermann v. Helmholtz als Mensch und Gelehrter. (Aus: „Deutsche Revue".) 8°. 92 S. Stuttgart, Deutsche Verlags-Anstalt. 1,00 M.

Kalender f. Elektrochemiker u. technische Chemiker u. Physiker f. d. J. 1897. Hrsg. von Dr. A. Neuburger. Mit 1 Beilage. 12°. XXX, 682 und 320 S. mit Fig. Berlin, Fischer's technol. Verlag. Geb. u. geh. 5,00 M.

O. J. Lodge, Neueste Anschauungen über Elektrizität. Uebers. von Anna v. Helmholtz u. Estelle du Bois-Reymond. Hrsg. durch R. Wachsmuth. 8°. XV, 539 S. m. Fig. Leipzig. J. A. Barth. 10,00 M.; geb. in Leinw. 11,00 M.

E. Breslauer, Die Mess-Instrumente d. Technikers. Ihre prakt. u. wissenschaftl. Grundlage. (Sep.-Ausg. v. „Der Maschinenbau".) gr. 8°. VII, 220 S. m. 229 Abbildgn. Leipzig, J. J. Arnd. 3,00 M.

G. R. Putnam, *Relative Determin. of Gravity with half-second Pendulum and other Pendulum investig.* —

G. K. Gilbert, *Report on a geological examination of some Coast and Geodetic Survey Gravity Stations.* — 4°. 51 S. m. 1 Karte und 7 Fig. Washington (*Rep. U. S. Coast and Geod. Surv.*) 1895. 4,00 M.

H. Wild, Theodolit für magnetische Landesaufnahmen. gr. 8°. 25 S. m. 6 Holzschn. Zürich, Festschr. Naturf. Ges. 1896. 1,80 M.

Arbeiten, astronomisch-geodätische. Veröffentlichung d. königl. bayer. Kommission f. d. internat. Erdmessung. 1. Heft. gr. 4°. München, G. Franz' Verl.

1. Polhöhen- u. Azimutbestimmungen auf der Station Altenburg b. Bamberg. 2. Bestimm. d. Längendifferenz zwischen den Sternwarten München und Bamberg auf telegraphischem Wege. V, 136 S. 7,00 M.

H. v. Helmholtz, Handb. d. physiolog. Optik. 2. Aufl. Mit 254 Abbildgn. im Text u. 8. Taf. 13.—17. Lfg. 8°. XIX u. S. 961—1334. Hamburg, L. Voss. 15,00 M. Kplt. 51,00 M.; geb. 54,00 M.

R. Ehlert, Horizontalpendelbeobachtungen im Meridian zu Strassburg i. E. Von April bis Winter 1895. gr. 8°. 85 S. m. 26 Holzschn. Leipzig, Beitr. Geophys. 1896. 4,00 M.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktionskuratorium:

Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender, Prof. Dr. **A. Westphal**, geschäftsführendes Mitglied,
Prof. Dr. **E. Abbe**, Dr. **H. Krüss**.

Redaktion: Dr. **St. Lindeck** in Charlottenburg-Berlin.

XVII. Jahrgang. **Februar 1897.** Zweites Heft.

Die neuen Phototheodoliten von Prof. Koppe

aus der Werkstätte für Präzisionsmechanik von O. Günther in Braunschweig.

Von

P. Kahle.

1. Kurzer Ueberblick über den allgemeinen Gang photogrammetrischer Arbeiten, zunächst bei topographischen Aufnahmen.

In Fig. 1 ist MN der aufzunehmende Geländestreifen, z. B. eine unzugängliche Felswand. Zur kartographischen Wiedergabe von Situation und Oberflächengestaltung des Gebietes ist die gegenseitige Lage einer grösseren Anzahl von Punkten in demselben zu bestimmen. Die Geodäsie bewirkt dies bei unzugänglichen (oder auch zu entfernten) Objekten durch Vorwärtseinschneiden, indem sie auf den Endpunkten S_1 und S_2 einer Grundlinie[1]) g_1 die Winkel α zwischen den Richtungen nach beiderseits sichtbaren Wandpunkten P und der Grundlinie mit Theodolit oder sonstigen Winkelinstrumenten bestimmt oder Grundlinie und Richtungen auf dem Messtisch

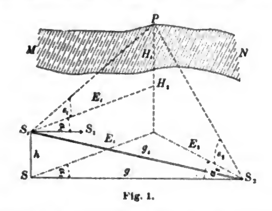


Fig. 1.

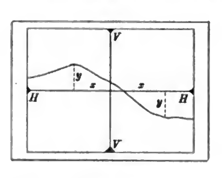


Fig. 2.

aufzeichnet, in beiden Fällen unter gleichzeitiger Ablesung des Vertikalkreises, die Entfernungen der Punkte von den Standorten nach dem Sinussatz berechnet oder auf dem Messtisch aus der Länge der Strahlen bis zum Schnitt abgreift, und die Höhe aus Entfernung und Vertikalwinkel berechnet. Ein weiteres Verfahren giebt die Photogrammetrie an die Hand. Hierbei wird derselbe Theil des Aufnahmegebietes auf den Endpunkten einer Basis photographirt und die Horizontalwinkel δ zwischen der optischen Achse und der Basis auf beiden Stationen unmittelbar oder mittelbar bestimmt. Nachdem in die erhaltenen Bilder — unter Anlehnung an Marken ($VVHH$, Fig. 2), welche am Plattenauflager der Kamera angesetzt sind und sich auf der Platte mit abbilden — der Schnitt der Vertikalebene durch die optische Achse der Kamera, die „Hauptvertikale" VV als Y-Achse, und, letztere im Schnittpunkt

[1]) welche durch direkte Messung oder als Seite eines Dreiecksnetzes gegeben sein kann.

von Kamera-Achse und Platte rechtwinklig schneidend, die „Haupthorizontale“ HH als X-Achse eingetragen, lassen sich aus den Horizontalabständen x (Fig. 3) der Bildpunkte von der Y-Achse in Verbindung mit der Bildweite D die Horizontalwinkel ξ zwischen Richtung von Bildpunkt und Kamera-Achse, und aus den Vertikalabständen y von der X-Achse in Verbindung mit Winkel ξ und der Bildweite D die Höhenwinkel ε ableiten, und zwar, *senkrechte Plattenstellung* vorausgesetzt, nach den Formeln $tg\,\xi = x : D$ und $tg\,\varepsilon = y \cos \xi : D$. Aus der Verknüpfung von δ und ξ erhält man die Horizontalwinkel α_1 und α_2 zwischen Richtung der Bildpunkte und der Basis, worauf sich die Entfernungen E der natürlichen Punkte in Bezug auf die beiden Standorte wieder durch Anwendung des Sinussatzes ($E_1 = g \sin \alpha_2 : \sin(\alpha_1 + \alpha_2)$ und $E_2 = g \sin \alpha_1 : \sin(\alpha_1 + \alpha_2)$) ableiten lassen. Diese Aufgabe wird meist graphisch gelöst:

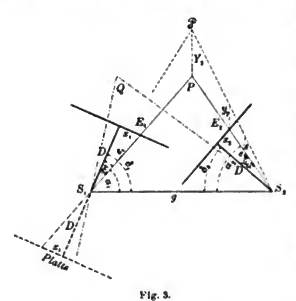


Fig. 3.

Man zeichnet mittels g, D und δ die Lage der Horizontalprojektionen der beiden Platten zur Basis auf (Fig. 3), trägt auf ihnen die x im gleichen Maassstab wie D ab, legt durch die Endpunkte der korrespondirenden x und die Standorte Gerade, deren Schnittpunkt dem zu bestimmenden Punkt entspricht.

Die Höhenunterschiede Y des fraglichen Punktes gegen das Kameraobjektiv auf beiden Standorten ergeben sich aus $Y = Ey : e = E\,tg\,\varepsilon$, die Meereshöhe durch Verknüpfung von Y und der Meereshöhe des Kameraobjektivs.

Der Winkel δ zwischen Kamera-Achse und Grundlinie kann entweder unmittelbar gemessen werden, wobei mit der Kamera ein Fernrohr so verbunden ist, dass die optischen Achsen beider parallel sind; wird der Horizontalkreis bei Einstellung des Fernrohrs auf den zweiten Standort und später bei der Aufnahmestellung der Kamera abgelesen, so giebt die Differenz beider Ablesungen den Winkel δ[1]); oder man bestimmt diesen mittelbar aus einer Reihe direkt mit Theodolit oder Messtisch aufgenommener Winkel α und ε für Punkte, welche im Bild hinreichend scharf hervortreten, und leitet aus den Horizontalabständen s der Bildpunkte von dem einen Seitenrand oder von der muthmaasslichen (durch Verbindung der oberen und unteren Randmarke erhaltenen) Hauptvertikale rechnerisch oder graphisch die Lage der optischen Achse der Kamera und der wirklichen Hauptvertikalen ab, desgleichen aus den Vertikalwinkeln ε die thatsächliche Lage der Haupthorizontalen; zugleich erhält man einen praktischen Werth der Bildweite D, für welchen sonst ein anderweit bestimmter Werth einzuführen sein würde.

2. Aufnahmen mit geneigter Kamera.

Alles Vorstehende bezieht sich auf (die meist angewandte) senkrechte Plattenstellung, also waagrechte Lage der Kamera-Achse. Da die Genauigkeit der Punktbestimmung von der Mitte des Gesichtsfeldes nach dem Rande hin abnimmt, so wird für Striche des Aufnahmegebietes, welche nach dem seitlichen Bildrande zu liegen kommen würden, die Hinzunahme neuer Standorte erforderlich; zur Aufnahme von Gebietsstreifen, welche beträchtlich über oder unter dem normalen Gesichtsfeld der

[1]) abgesehen von dem Einfluss etwaiger Exzentrizität des Fernrohrs.

Kamera auf dem betreffenden Standort liegen, kann bekanntlich das Objektiv bis zu einem gewissen Betrage in vertikaler Richtung verschoben werden; die Genauigkeit wird hierdurch weiterhin beeinträchtigt. In solchen Fällen kann die Aufnahme mit *geneigter* Kamera zweckmässiger erscheinen. Sie setzt eine Vorrichtung zum Messen der Neigung der optischen Achse voraus, ferner wird sorgfältige Einhaltung der Lage der Hauptvertikalen innerhalb der vertikalen Ebene durch die optische Achse, bezw. der Lage der Haupthorizontalen innerhalb einer waagrechten Ebene erforderlich. Hierzu tritt ein erheblicher Mehraufwand an Zeit für Ableitung der Winkel δ, ξ, a und ε bezw. für Reduktion der aus dem Bild abgegriffenen x' y', auf die entsprechenden Längen x und y bei senkrechter Plattenstellung.

Der ältere Koppe'sche Phototheodolit (s. „Die Photogrammetrie oder Bildmesskunst" von Prof. Dr. Koppe. Weimar 1889) verband Theodolit (für die direkte Einmessung von Punkten und Orientirung der Photographie) und Kamera in *einem* Instrument und gestattete, der Kamera eine beliebige Neigung unter Einhaltung der oben angegebenen Bedingung für die Lage der Marken zu geben und die Neigung scharf zu messen. Es liessen sich also von einem Standort aus Aufnahmen des zu bearbeitenden Gebietes unter beliebigen Neigungen der Kamera vornehmen und so die einzelnen Theile desselben an die günstigste Stelle des Gesichtsfeldes bringen. Dagegen blieb der Mehraufwand an rechnerischer Arbeit zwecks Projektion der durch Abmessungen in den Platten erhaltenen x und y, bezw. a und ε, nicht erspart[1]).

3. Die neuen Phototheodoliten von Prof. Koppe.

Diese setzen nun an Stelle der Ableitung der Horizontal- und Vertikal-Winkel aus den abgemessenen x und y unmittelbar die Messung jener Winkel in der Platte oder einem Diapositiv derselben vermittels eines auf das Kameraobjektiv gerichteten Hülfsfernrohrs, nachdem der Kamera die Neigung gegeben worden, welche sie bei der Aufnahme innehatte. Hiermit fällt ein grosser Theil der Berechnungen fort, überdies wird die Winkelmessung, sobald es sich um gut gekennzeichnete Objekte handelt, nahezu ebenso scharf, wie bei der direkten Messung im Felde, und schärfer, als bei der sonst üblichen unter 1. beschriebenen Ableitung der Winkel aus den abgemessenen x und y. Die Figuren 5 und 8 zeigen zwei Typen: Fig. 5, *Phototheodolit I* für geodätische und astronomische Arbeiten, Kamera bei der Plattenausmessung fest, Kamerafernrohr in horizontalem und vertikalem Sinne drehbar; bis zu Neigungen von etwa 40° verwendbar; Fig. 8, *Phototheodolit II* für Wolkenmessungen, Kamera bei der Plattenausmessung beweglich, Kamerafernrohr nur in vertikalem Sinne verschiebbar; Neigung der Kamera-Achse beliebig.

4. Vorbereitung der Platten zur Ausmessung.

Die Ausmessung kann in der Platte selbst vorgenommen werden, besser in einem oder mehreren Diapositiven derselben, da hier die Lichterscheinungen den wirklichen entsprechen und die Platte geschont bleibt.

Nach Einreissen der Haupt-Horizontalen *HH* und -Vertikalen *VV* in die Platten sind in diesen die Punkte aufzusuchen und einzustechen, welche im Felde mit dem Theodoliten für die spätere Orientirung eingemessen wurden, und entsprechend zu numeriren (zweckmässig mit rother Tusche); sodann alle diejenigen Punkte, welche auf den Bildern beider Standorte hinreichend identifizirt werden können, unter fortschrei-

[1]) Vgl. hierzu die Beispiele in Prof. Koppe's „Photogrammetrie und internationale Wolkenmessung". Braunschweig 1896. *S. 67 f.*

tender Numerirung mit Ziffern oder Buchstaben (zweckmässig mit blauer Tusche). Zu diesen Operationen benutzt man als Plattenunterlage eine Art Kopirrahmen, z. B. einen zur Seite gekippten Holzkasten, in welchem durch zwei Seitenschrauben ein drehbarer Beleuchtungsspiegel befestigt ist, während auf der oberen, theilweise ausgesägten Seite eine Glasscheibe eingesetzt ist, als Unterlage für die beiden zu vergleichenden Platten. Alle Operationen werden unter Zuhülfenahme der Lupe ausgeführt.

5. Phototheodolit I.

Die Fig. 4 und 5 zeigen noch das Originalinstrument, bei dem ältere, ausrangirte geodätische Apparate verwendet werden mussten; die neuhergestellten besitzen leichteren Bau und bequemere Einrichtung.

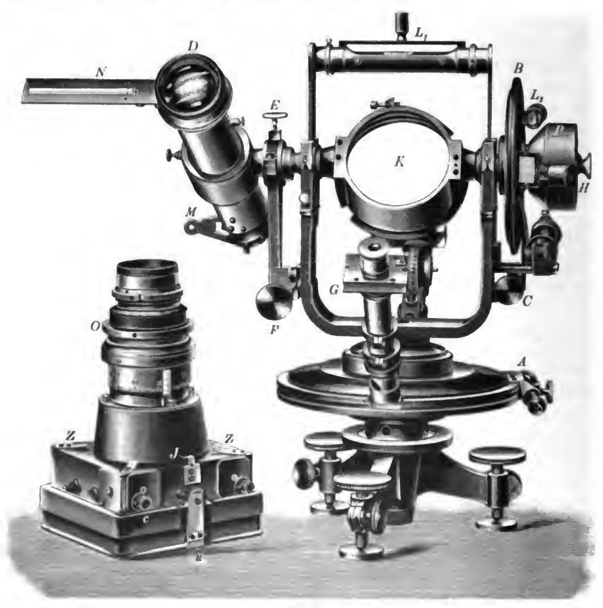


Fig. 4.

a) *Phototheodolit I als Theodolit* für die Messung von Orientirungswinkeln im Felde (Fig. 4; links die Kamera zum Einsetzen fertig). *A* Klemmschraube für den Horizontalkreis und Feinbewegung in horizontaler Richtung für das Fernrohr *D*; *E* Klemmschraube des Vertikalkreises; *F* Feinbewegung in vertikaler Richtung für das Fernrohr; *M* und *N* Diopter, welche bei astronomischen Beobachtungen zur Verwendung gelangen (s. u. 9); *G* Mikroskop zur Ablesung am Horizontalkreis, bei den neueren Instrumenten durch Lupen und Nonien ersetzt; *P* Gegengewicht für das Fernrohr.

Vorgang der Messung: Sorgfältige Skizze des Aufnahmegebietes unter Hervorhebung der einzumessenden Punkte, Numerirung derselben; es sind hierzu möglichst solche Punkte auszuwählen, welche voraussichtlich auf der zweiten Station gleichfalls sichtbar sind; die Skizze fällt fort, wenn man bereits Kopien der vorangegangenen Aufnahme zur Hand hat, in welche die einzumessenden Punkte sogleich eingestochen werden.

Nach Horizontirung des Instrumentes mittels der Reiterlibelle L_1 stellt man nach einander den zweiten Basispunkt und die einzumessenden Punkte ein und liest Horizontal- und Vertikalkreis ab, letzteren, nachdem die Libelle L_2 mittels der Schraube bei C zum Einspielen gebracht ist. Hierauf Fernrohr durchgeschlagen und Beobachtungen in umgekehrter Reihenfolge wiederholt[1]).

b) *Phototheodolit I als photographischer Apparat.* 1. Einsetzen der Platte in die Kamera und der Kamera in den Theodoliten: Der Instrumentenkasten dient zugleich als Dunkelkammer zum Wechseln der Platten im Felde, wozu er nach Entnahme der Instrumententheile hinreichend Raum bietet. Man legt das Etui mit den Platten in den Kasten zur rechten Hand, sodass die Schichtseite der Platten nach unten liegt, die Kamera zur linken und verschliesst den Kasten. Hierauf zieht man die in den beiden Thüren des Kastens befindlichen lichtdichten Aermel nach aussen und über die Hände, fasst durch die Löcher in den Kasten und bewerkstelligt hier den Plattenwechsel und die Bergung der belichteten Platte, was nach vorheriger Einübung an unbrauchbaren Platten nicht schwerfällt. Fig. 6 zeigt die Kamera ohne Platte; nach Einsetzen derselben wird ein Metalldeckel lichtdicht aufgesetzt und mit dem Scharnier *u* (Fig. 4) befestigt. Nunmehr schliesst man das Plattenetui, geht aus den Löchern und Aermeln zurück und entnimmt dem Kasten die Kamera, um sie in den Konus K einzuschieben, bis die 4 Federn Z und der Anschlag J entsprechende Ausschnitte eines Ringes passirt haben und nunmehr in einer Nuthe sich zur Seite drehen lassen. Hiermit ist die Kamera am Theodolit stabil befestigt.

2. Vorgang bei der Aufnahme: Instrument mittels Libelle L_1 horizontirt. Fernrohr (und damit auch die optische Achse der Kamera) auf einen Punkt in der Mitte des Gesichtsfeldes gerichtet, festgeklemmt und beide Kreise abgelesen, den Vertikalkreis bei einspielender Libelle L_2. Exposition. Plattenwechsel im Instrumentenkasten. Kamera eingesetzt und mit Fernrohr durchgeschlagen. Einstellung des Fernrohrs auf den gleichen Punkt wie vorher. Ablesung beider Kreise. Zweite Exposition.

c) *Phototheodolit I bei Ausmessung der Platten*, Fig. 5, s. d. Folg.

6. Die photogrammetrische Verarbeitung der Platten mit Phototheodolit I. (Fig. 5 und 6.)

a) *Einrichtung zur Ausmessung.* Bei Ausmessung der Platte wird die gemeinsame Drehachse für Kamera und Fernrohr nebst Höhenkreis ausgehoben und an ihre Stelle

[1]) Der Vertikalkreis ist nach Zenithdistanzen beziffert. Ist in der einen Fernrohrlage $\zeta_1 = 50^\circ$ $30{,}5'$, in der zweiten $\zeta_2 = 309^\circ\ 28{,}2'$ abgelesen worden, so ergiebt sich die wahre Zenithdistanz ζ entweder aus

$$\zeta = {}^1/_2\,(\zeta_1 - \zeta_2) \qquad \begin{array}{rr} 50^\circ & 30{,}5' \\ -\,309 & 28{,}2 \\ \hline 101 & 2{,}3 \\ \zeta = 50^\circ & 31{,}1'; \end{array} \quad :2$$

oder aus

$$\zeta = {}^1/_2\,(\zeta_1 + 360 - \zeta_2) \qquad \begin{array}{rr} 50^\circ & 30{,}5' \\ 50 & 31{,}8 \\ \hline \text{Mittel } 50^\circ & 31{,}1'. \end{array}$$

Neigung der Zielachse $\eta = 90 - \zeta = 39^\circ\ 28{,}9'$.

die Achse des Hülfsfernrohres *r* (nebst besonderem Höhenkreis) gebracht, mit welchem die Plattenpunkte einzustellen sind. Die Kamera erhält durch einen besonderen, am Unterbau des Theodoliten angeschraubten Träger *t* mit Konus wieder diejenige Stellung, die sie bei der Aufnahme hatte. Die horizontale Drehachse des Hülfsfernrohrs ist zwischen den Lagern gabelförmig gebogen (*W* in Fig. 6); auf diese Weise lässt sich das Zentrum der Kreise, welche Objektiv und Okular des Fernrohrs beim Auf- und Abkippen und bei der Drehung des Horizontalkreises beschreiben, in den vorderen

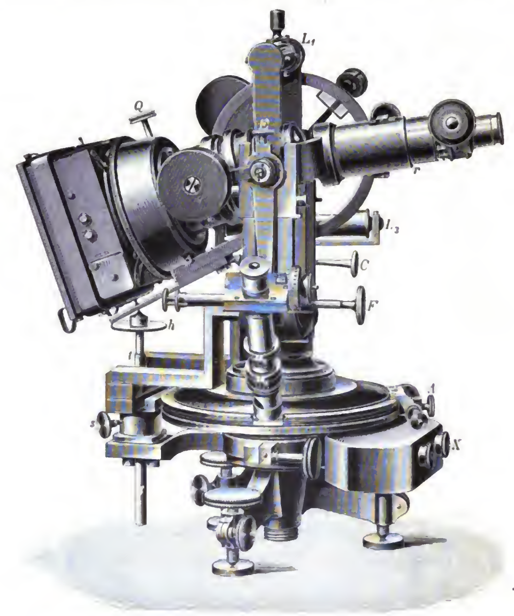


Fig. 5.

Hauptpunkt des Kameraobjektivs und in den Schnittpunkt von Horizontal- und Vertikaldrehachse des Theodoliten bringen. Der Hülfsträger *T* (Fig. 6) für die Kamera, welcher bei den neu hergestellten Instrumenten eine einfachere Form besitzt, zeigt zwei verstellbare Achslager *aa* für die Achse des Metallstreifens, welcher den Konus *K* zur Aufnahme der Kamera *S* bei der Ausmessung trägt und das Herabsenken der Kamera bis zur Aufnahme-Neigung vermittelt. Das Senken und Festhalten in einer bestimmten Lage geschieht mittels des Stabes *tt*, welcher durch die Schraube *s* festgeklemmt wird; zur feineren Einstellung dient die Hutschraube *h*. Nach Einsetzen des Diapositives in die Kamera, wobei das Bild der einen, durch besondere Form gekennzeichneten Randmarke auf diese zu bringen ist, wird der Rahmen *P* (Fig. 6)

auf den Kamerarand aufgeschoben und mittels der Schrauben $\sigma\sigma\sigma$ befestigt, die Federn *ff* am Rahmen drücken die Platte gegen diesen und verhindern ein Verschieben derselben. Man bringt nun durch Drehen der Platte die Bilder der Marken mit diesen scharf zur Deckung[1]), schiebt die Kamera in den Konus ein, und befestigt sie wie bei der Aufnahme mittels der Federn *Z*. Hierauf wird das Kamerafernrohr in die Neigung ζ (Mittel aus beiden Fernrohrlagen bei der Aufnahme) gebracht, auf die Hauptvertikale gedreht und die Kamera mit Hülfe des Stabes *t* bis zur Deckung des Kreuzpunktes von Haupt-Horizontale und -Vertikale durch das Fadenkreuz geneigt; die optischen Achsen von Fernrohr und Kamera fallen nunmehr zusammen, d. h. die Platte besitzt die gleiche Neigung wie bei der Aufnahme. Man kontrolirt, ob beim Kippen des Fernrohrs das Fadenkreuz auf der Hauptvertikalen bleibt, verbessert andernfalls die Stellung der Platte durch Drehen der Kamera um ihre optische Achse.

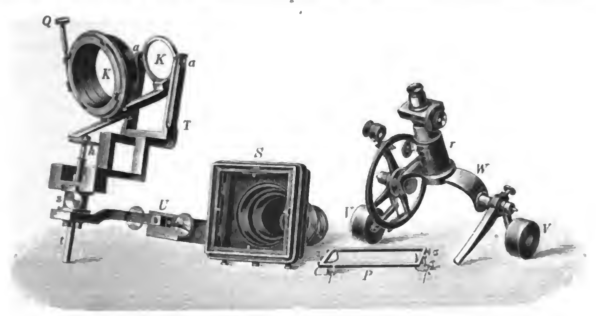


Fig. 6.

Ein vor dem Kameraobjektiv befindliches Auge erblickt jetzt die Gegenstände im Diapositiv unter denselben Winkeln bezw. Grössenverhältnissen wie auf dem Standort, auf welchem die Platte aufgenommen wurde. Ist nun der Drehpunkt der optischen Achse des Kamerafernrohrs in den vorderen Hauptpunkt des Kameraobjektivs verlegt, und dieser in den Kreuzpunkt der Horizontal- und Vertikaldrehachse der Theodoliteinrichtung für die Ausmessung, befindet sich weiterhin das Bild genau in der Brennebene des Kameraobjektives, so kann man mit Hülfe des Kamerafernrohrs die zur topographischen Aufnahme erforderlichen Winkel *in der Platte messen*, so wie es sonst im Feld mit Theodolit geschieht. Es wird also eine geodätische Operation, welche andernfalls einen längeren Aufenthalt an Ort und Stelle und andauernd günstige Witterung voraussetzen würde, fast ganz in das Zimmer verlegt und damit eine beliebig weit getriebene Detaillirung der Ausmessung ermöglicht, ohne dass der Rechenaufwand ein grösserer wird als die trigonometrische Behandlung der Aufgabe erfordern würde.

---

[1]) Entweder man hält die Kamera mit der Linken vor das Auge, verschiebt, durch das Objektiv hineinblickend, mit der Rechten mittels eines zwischen Platte und Kamerarand gezwängten Schraubenziehers oder breiten Messers die Platte, oder man hält die Kamera mit der Plattenseite vor das Auge und gegen das Licht und bringt die Marken durch Verschieben der Platte mit den Daumen zur Deckung.

Die Erfüllung der obengenannten konstruktiven Bedingungen für die Plattenausmessung mittels Kamerafernrohrs wird von der Hand des Mechanikers besorgt. Weiteres hierüber, insbesondere hinsichtlich der minimalen Einwirkung etwaiger kleiner Abweichungen davon, findet sich in „Photogrammetrie und internationale Wolkenmessung“ *S. 14 bis 18*. Ueber die Justirung des Phototheodolithen vgl: Koppe, „Die Photogrammetrie oder Bildmesskunst.“ Weimar 1889. *S. 33 f.* und das obengenannte Werk dess. *S. 21 f.*

b) *Die Orientirung der auszumessenden Platte.* Nachdem, wie unter a) angegeben, die Bilder der Marken mit diesen zur Koïnzidenz gebracht, die Kamera eingesetzt, die beiden optischen Achsen kollimirt und die Hauptvertikale *VV* in die Kippebene des Kamerafernrohrs gebracht ist, wird die schärfere Einrückung der Haupt-Vertikalen bezw. -Horizontalen bewirkt durch Nachmessen der Vertikalwinkel für die im Felde gemessenen Punkte und der zwischen ihnen liegenden Horizontalwinkel. Um einen Punkt der Platte einzustellen, löst man die Klemmschraube des Horizontalkreises bei *A* (Fig. 5) und die Klemmschraube *E* des Vertikalkreises, bringt das Fadenkreuz möglichst zur Deckung mit dem Punkt, arretirt beide Schrauben und bewirkt die scharfe Einstellung mittels der Feinbewegungen bei *A* und *F*.

Tabelle I.

Beispiel einer Plattenorientirung (und Ausmessung) mit Phototheodolit I.
(Bearbeitung von Aufnahmen für die Jungfraubahn.)
Station IV; Platte 13; Zenithdistanz 75° 0′.

1 Punkt	2 Vertikal-kreis	3 Horizontal-kreis	4 Bemer-kungen	5 Im Felde gem. Höhenwinkel In der Platte gem. Höhenwinkel	6 v	7 Basiswinkel α, im Felde gemessen. Mittel der Ablesungen bei der Ausmessung. Orientirungskonstante ω	8 Δ
			A. Orientirungsmessungen.				
8	38° 48,2′	24° 41′ 47″		38° 47,9′		61° 30′ 6″	
(roth)	48,5	42 4		— 38 48,3	— 0,4′	— 24 42 14	
	48,2	42 38				36 47 52	— 40″
	48,2	42 27					
26	31 36,8	24 7 13		31 36,8	+ 0,8	60 53 12	
(roth)	35,5	26		— 31 36,0		— 24 7 24	
	35,5	25				36 45 48	+ 1′ 24″
	36,2	32					
28	30 36,5	31 52 52		30 36,7		68 40 40	
(roth)	36,2	53 20		— 30 36,3	+ 0,4	— 31 53 3	
	36,5	52 58				36 47 37	— 25″
	36,0	53 1					
18	26 31,5	21 51 2		26 31,4		58 38 45	
(roth)	31,8	23		— 26 31,5	— 0,1	— 21 51 15	
	31,8	18				36 47 30	— 18″
	31,0	17					
					V = + 0,2′	Ω =	
						+ 36 47 12	
			B. Ausmessung der Platte.				
79	22 33,2	17 33 58		22 33,5		54 21 25	
(blau)	33,5	34 28					
80	26 5,5	22 46 0		26 5,4		59 33 18	
(blau)	5,0	13					
81	—	—					
u. s. w.	—	—					

Erläuterungen zum oberen Theil A der Tabelle I:

Spalte 2 und 3: Die erste und zweite Beobachtung für jeden Punkt ist zu Anfang und Ende der Reihe B, die dritte und vierte Beobachtung zu Anfang und Ende der Wiederholung von Reihe B (in umgekehrter Reihenfolge der Punkte) erhalten.

Spalte 4: Bemerkungen über Zeit; Bestimmtheit der Punkte, ungünstige Beschaffenheit des Stiches; ob Schneezunge (veränderlich), Felszacke, Absturzrand (Identifizirungsfehlern ausgesetzt) etc.

Spalte 5 und 6: Der aus der im Felde gemessenen Zenithdistanz abgeleitete Höhenwinkel vermindert um das Mittel der Beobachtungen in Spalte 2 giebt die Verbesserung v der Plattenmessung. Das Mittel aus allen v giebt eine Verbesserung V, welche an allen Beobachtungen in vorliegender Platte anzubringen ist, um den wahrscheinlichsten Werth des Höhenwinkels zu erhalten. Zeigt sich ein gewisser Gang in den Abweichungen, z. B. derart, dass die v auf der einen Seite der Hauptvertikalen positiv, auf der andern negativ ausfallen, so würde dies Verhalten auf geneigte Lage der Haupthorizontalen hindeuten und die Kaméra (mittels der Schraube Q in Fig. 5) ein wenig um ihre optische Achse zu drehen sein. Zeigen sich grosse v und diese gleiches Vorzeichen, so würde die Kamera um einen mittleren Betrag (abgeschätzt in Stichdurchmessern zu etwa 2') mit der Hutschraube h zu heben oder zu senken sein. Nach diesen Verbesserungen hinsichtlich der Stellung der Platte und Kamera erneut man die Beobachtungen für Reihe A. Die Abweichungen v entspringen einerseits regelmässig wirkenden Fehlerursachen, wie Indexfehlern des Vertikalkreises, zu tiefer oder zu hoher Stellung der Platte infolge zerstörter Justirung; andrerseits wirken unregelmässige Fehlerursachen mit, wie: Fehler beim Identifiziren der Punkte auf Feldskizze und Diapositiv, beim Einstechen, Einstellen und Ablesen; Abschmelzen von Schneezungen.

Spalte 7: Der im Felde gemessene Horizontalwinkel α, vermindert um die Beobachtung in der Platte, liefert einen Orientirungswerth ω; das Mittel aus allen ω giebt die Orientirungskonstante Ω, welche zu den Beobachtungen der Reihe B addirt, den Winkel α der Richtung des fraglichen Punktes mit der Basis liefert. Im vorliegenden Falle wachsen die Winkel der Orientirungspunkte P gegen die vom Standort nach links gehende Anschlussrichtung in gleicher Richtung wie die Ablesungen bei Ausmessung der Platte, von links nach rechts; es entsteht also eine konstante Orientirungs-*Differenz*. Liegt die Anschlussrichtung rechts der einzumessenden Punkte, so hat man Feldwinkel und Plattenbeobachtung zu *addiren*.

Spalte 8: giebt in den Abweichungen der einzelnen ω vom Mittelwerth einen Ueberblick über die Genauigkeit der Plattenorientirung. Im vorliegenden Fall bleibt hinsichtlich Orientirung der Platte in horizontaler Richtung muthmaasslich eine Unsicherheit von $\sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{(n-1)\,n}} = 0{,}4'$ bestehen, welche sich auf 0,1' vermindert, wenn man den anscheinend mit einem grösseren Identifizirungsfehler behafteten Punkt 26 fortlässt. — Als Fehlerursachen mögen ausser den oben genannten auch Verziehungen der Gelatineschicht beim Fixiren und Wässern der Platten mitwirken.

c) *Die Messung der Winkel für die weiteren Bildpunkte blau 1—n* (*Ausmessung der Platte*). In Tabelle I sind unter B nur zwei Punkte aufgeführt. Bei den Plattenausmessungen für die Aufnahmen an der Eigerwand (Jungfraubahn) wurden zwischen die Orientirungsbeobachtungen zu Anfang und Ende gewöhnlich 20 bis 25 Punkte eingeschlossen und diese in umgekehrter Reihenfolge nochmals beobachtet[1]). Das Aufsuchen der Punkte bei der Wiederholung wird beschleunigt, wenn man am Horizon-

[1]) Nach erfolgter Einübung brauchte Verfasser zu einem solchen Beobachtungsgang einschliesslich der Orientirungsbeobachtungen 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stunden, wobei jedoch die verworfenen Orientirungsmessungen (vgl. Erläut. zu Spalte 5) nicht eingerechnet sind.

talkreis vorerst die bei der erstmaligen Beobachtung erhaltene Ablesung roh einstellt. Die Mittelwerthe der Beobachtungen bildet man im Kopfe, durch Hinzufügung von V und Ω ergeben sich die definitiven Werthe in Spalte 5 und 7. Weiteres über die Verwendung und Resultate folgt unter 9.

7. Phototheodolit II.

Fig. 7 und 8 zeigen Form und Einrichtung von Instrumenten, welche beim Kgl. Meteorologischen Observatorium zu Potsdam, auf der meteorologischen Station zu Manila u. a. O. in Gebrauch sind.



Fig. 7.

a) *Phototheodolit II als Theodolit* (Fig. 7). Ueber Einrichtung und Vorgang der Messung vgl. die Auseinandersetzungen zu 5a (Fig. 4); Ablesung mit Nonien und Lupe. Der Metallring *u* bildet das Gegengewicht für die Kamera bei der Aufnahme. Für die Messung denke man sich das Gegengewicht abgeschraubt.

b) *Phototheodolit II als photographischer Apparat.* Der Transportkasten, gleich dem des Phototheodoliten I eingerichtet, wird zugleich als Dunkelkammer zum Plattenwechsel benutzt. Nach Einsetzen der Platte wird die Kamera in den Konus *K* eingeschoben und in gleicher Weise wie bei Phototheodolit I mit Hülfe der 4 Federn im Konus befestigt. Fig. 7 zeigt einen pneumatischen Lichtverschluss. Vorgang bei der Aufnahme (analog 5b): Einstellung des Fernrohres; festgeklemmt; Ablesung an beiden Kreisen; Belichtung; Plattenwechsel; Kamera eingesetzt und durchgeschlagen; Einstellen und Festklemmen des Fernrohres; Ablesung; Belichtung.

Um mit diesem Apparat, welcher, wie schon erwähnt, mehr Forschungen in Bezug auf die Physik der Atmosphäre dienen soll, gleichzeitig auch die Geschwindigkeit der meist bewegten Objekte messen zu können, sind im Innern der Kamera

vor der Platte zwei Klappen angebracht, welche, durch aussen befindliche Handgriffe drehbar, ermöglichen, bei einer Aufstellung und auf einer Platte zwei verschiedene Aufnahmen desselben Himmelsstriches in kurz auf einander folgenden Zwischenräumen (von im Minimum 20 Sek.) zu machen. Es wird vorerst ein für allemal (z. B. bei eingesetzter Mattscheibe oder rechnerisch) festgestellt, wie gross der Unterschied der Kameraneigungen sein muss, wenn das Bild bei Anwendung der Klappen auf den oberen oder unteren Theil fallen soll. Bei der Aufnahme richtet man die Kamera zuerst so, dass das Wolkenbild auf den unbedeckten Theil der Platte fallen wird, exponirt, verdeckt den belichteten Plattentheil, giebt der Kamera die Neigung zum Auffangen des Bildes auf dem zweiten Streifen und belichtet nochmals. Bei rasch ziehenden Wolken kann man auch zwei Aufnahmen auf derselben Platte ohne Verdeckung durch Klappen machen, wobei auf dem Bild eine Parallelverschiebung der Kontur sich zeigt, deren markanteste Punkte eine photogrammetrische Bestimmung der Geschwindigkeit ermöglichen werden.

c) *Phototheodolit II bei Ausmessung der Platten* (Fig. 8 s. d. Folg.).

8. Die Verarbeitung der Platten mit Phototheodolit II. (Fig. 8).

a) Hinsichtlich *Theorie der Ausmessung* vgl. 6a. Der Unterschied der vorliegenden Konstruktion gegen die von Phototheodolit I besteht in der Winkelbestimmung. Bei beiden Typen wird die Richtung des aus der Kamera austretenden Hauptstrahles eines Bildpunktes fixirt durch die optische Achse des Kamerafernrohres. Während jedoch dort die Kamera feststand und die Winkel durch Ablesung der Drehungen des Kamerafernrohres in horizontaler und vertikaler Richtung mit Hülfe der mit ihm verbundenen Alhidaden auf den beiden Kreisen sich feststellen liessen, bleibt hier das Kamerafernrohr nach Fixirung des Strahles fest, die Winkelmessung geschieht durch Ablesung der Bewegung der dreh- und kippbaren Kamera mittels der mit dieser verbundenen Alhidaden, und zwar handelt es sich bei den Horizontalwinkeln vorerst um Feststellung der Winkel der Bildpunkte gegen die Hauptvertikale. Das Kamerafernrohr ist auf einem Bügel *b* verschiebbar, dessen Mittelpunkt wieder in den vorderen Hauptpunkt des Kameraobjektivs und in den Kreuzpunkt der Horizontal- und Vertikaldrehachse des Theodoliten fällt. Der Bügel sitzt auf einem Träger *T*, welcher unterhalb des Horizontalkreises mit dem Dreifuss fest verschraubt ist. Klemmschraube und Feinbewegung für die Kamera nebst Theodolitfernrohr befinden sich in der Fig. 8 rechts, Feinbewegung zur Einstellung der Libelle am Vertikalkreis links der Kamera; die schärfere Einstellung des Kamerafernrohres in der Vertikalen wird durch Verschieben des Fadenkreuzes mittels der Schraube φ bewirkt.

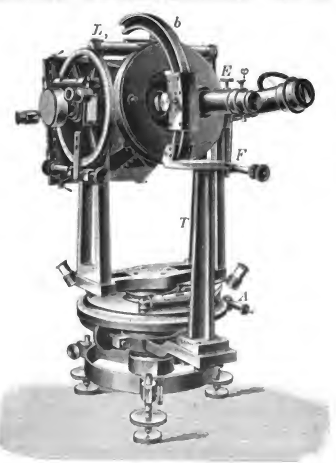


Fig. 8.

Nach Einsetzen des Diapositives in die Kamera und Einrücken derselben bis zur Deckung der Randmarken, wie oben unter 6a beschrieben, wird die Kamera wieder in den gleichen Konus wie bei der Aufnahme eingeschoben. Es fällt also bei dieser Konstruktion die zweite Horizontalachse mit besonderem Vertikalkreis fort. Diesem Vortheil steht allerdings die etwas umständlichere Art und Weise der Winkelmessung gegenüber. Nach Horizontirung des Apparates mit Hülfe der Reiterlibelle L_1 wird die Kamera in die Aufnahme-Neigung ζ gebracht. Um einen Plattenpunkt einzustellen, löst man die Klemmschraube des Horizontalkreises, dreht die Alhidade mit der Kamera und verschiebt das Kamerafernrohr auf dem Bügel, bis das Fadenkreuz desselben ($\times$) den Plattenpunkt annähernd deckt. Nach Festklemmen von Alhidade und Kamerafernrohr schärfere Einstellung durch die Feinbewegungen. Kontrole der Neigung ζ am Vertikalkreis, Ablesung a_1 am Horizontalkreis. Klemmschraube desselben gelöst, Alhidade mit Kamera gedreht, bis die Hauptvertikale im Fadenkreuz erscheint; Klemmschraube E des Vertikalkreises gelöst, Kamera freihändig gehoben oder gesenkt, bis die Haupthorizontale das Fadenkreuz schneidet; Kamera festgeklemmt. Nachdem die schärfere Einstellung des Kreuzpunktes von Haupt-Vertikale und Horizontale unter das Fadenkreuz des Kamerafernrohres mittels der Feinschrauben bei A und F (Federbüchse der Feinschraube) bewirkt ist, fallen die optischen Achsen von Fernrohr und Kamera zusammen, d. h. die optische Achse der letzteren hat Richtung und Neigung des fixirten Strahles; Ablesung der Zenithdistanz ζ und der Richtung a_2. Die Differenz $a_2 - a_1$ giebt den Horizontalwinkel zwischen Richtung nach dem Bildpunkt und der optischen Achse der Kamera.

b) *Orientirung der Platte.* Die schärfere Orientirung wird wiederum herbeigeführt durch Nachmessung der im Felde gemessenen Winkel. Vgl. die Tabelle II a. f. S.

c) *Ableitung der Winkel für die weiteren Plattenpunkte.* Nachdem diese in gleicher Weise wie die Orientirungspunkte doppelt beobachtet, erhält man in Spalte 6 die definitiven Zenithdistanzen durch Hinzufügung der Verbesserung V, in Spalte 9 die Winkel α derselben gegen die Basis durch Abzug der Winkel ξ in Spalte 8 vom Mittelwerth der δ.

Der Zeitaufwand ist wegen Einstellung und Ablesung für Bildpunkt und Kreuzpunkt nahezu doppelt so gross wie bei der Ausmessung mit Phototheodolit I.

9. Ueber die Verwendung der beiden Phototheodoliten.

Phototheodolit I wurde vornehmlich bei den Voraufnahmen für die Jungfraubahn im Sommer 1895 verwendet, wobei es sich zunächst um Herstellung eines Lage- und Schichtenplanes der Eigerwand handelte, welche sich mit etwa 70° mittlerer Neigung südlich der kleinen Scheidegg auf ca. 3 *km* hin erstreckt. Die photographischen Aufnahmen erfolgten auf Stationen, welche als Dreieckspunkte des Spezialnetzes für die Vorarbeiten durch Triangulation auf einige Zentimeter genau gegeneinander festgelegt waren. Die Längen der hierdurch gegebenen Grundlinien schwankten zwischen 400 und 1200 *m*, die Entfernungen der photogrammetrisch bestimmten Wandpunkte von den Standorten zwischen 1,5 und 4 *km*. Die Verarbeitung der photogrammetrisch durch Messung in der Platte erhaltenen Horizontalwinkel (vgl. Tabelle I als Beispiel) zur Ableitung der Entfernungen und der rechtwinkligen Koordinaten der Wandpunkte geschah theils mit Hülfe des Sinussatzes (Vorwärtseinschneiden) und den bei Koordinatenrechnungen üblichen Formeln, theils nach dem in „Photogrammetrie und internationale Wolkenmessung“ *S. 11* näher erläuterten Verfahren, bei welchem die in den Platten gemessenen Winkel unter Zugrundelegung einer beliebigen Bildweite

Tabelle II.

Schema für die Orientirung (und Ausmessung) einer Platte mit Phototheodolit II.

Station IV; Platte 15; $\zeta = 50^\circ$.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Punkt	Vertikalkreis (Zenithdistanzen)	Horizontalkreis	Mittel	Bemerkungen	Zenithdist. im Felde gemessen / Zenithdist. in der Platte gem.	v	Basiswinkel α, im Felde gemessen. / Winkel gegen die Hauptvert. in d. Platte gem.	Basiswinkel, in der Platte gemessen	$\varDelta$
					A. Orientirungsmessungen.				
2	50° 0,0'	75° 30,0'	30,1'		53° 38,1'		44° 16,9'	52° 41,8'	+0,2'
(roth)		30,2			53 37,5	+0,6'	+ 8 24,9		
	53 37,0	83 54,5	55,0						
	38,0	55,5							
4	50 0,0	74 50,0	59,6		60 43,4		43 45,4	52 41,7	+0,3
(roth)		75 0,2			60 41,5	+1,9	+ 8 56,3		
	60 41,0	83 55,5	55,9						
	42,0	56,3							
6	50 0,0	87 4,5	5,0		48 9,3		55 52,5	52 42,7	−0,7
(roth)		5,5			48 7,5	+1,8	— 3 98		
	48 8,0	83 55,0	55,2						
	7,0	55,5							
11	50 0,0	88 24,0	24,8		62 18,8		57 0,9	52 41,7	+0,3
(roth)		25,5			62 18,0	+0,8	— 4 19,2		
	62 19,0	83 55,2	55,6			+5,1 : 4		52° 42,0	
	17,0	56,0				$V = +1,3'$			
					B. Ausmessung der Platte.				
148	50 0,0	72 36,0	36,6		60 46,9		+11° 19,3	41 22,7	
(blau)		37,2							
	60 46,0	83 55,5	55,9						
	45,2	56,3							
210a	50 0,0	98 41,8	42,5		53 21,8		−14 47,5	67 29,5	
(blau)		43,2							
	53 20,0	83 54,5	55,0						
	21,0	55,5							

Erläuterungen zu Tabelle II.

Spalte 2 und 3, zu Punkt 2 roth: Die Ablesungen in der 1. und 2. Zeile sind bei Einstellung des Punktes 2 zu Anfang und Ende der Reihe B erhalten; die Ablesungen in der 3. und 4. Zeile bei Einstellung auf den Kreuzpunkt der Platte zu Anfang und Ende der Reihe B. Da in Spalte 3 die Ablesungen von 75° auf 83° steigen, so liegt die Hauptvertikale rechts von Punkt 2 (dagegen links von Punkt 6).

Spalte 4: Mittel der Minuten in Spalte 3 (die Mittel für Spalte 2 bildet man im Kopfe).

Spalte 5: Bemerkungen über Zeit, Lage der Punkte, Angaben über Stich, Bestimmtheit etc.

Spalte 6 und 7: Die im Felde gemessene Zenithdistanz ζ, vermindert um das Mittel der Zeile 3 und 4 in Spalte 2, giebt die Verbesserung v der Plattenmessung. Vgl. hierzu die Erläuterung zu Tabelle I für Spalte 5.

Spalte 8: zu oberst der im Felde gemessene Winkel α, darunter der in der Platte gemessene Winkel ξ zwischen Punkt und Hauptvertikale; diesen für Punkt 2 zu α addirt, für Punkt 6 von α abgezogen, giebt die Werthe der

Spalte 9: für den Winkel $\varDelta$ zwischen optischer Achse der Kamera und der Basis.

Spalte 10: Abweichung der einzelnen $\varDelta$ gegen das Mittel zur Beurtheilung der Zuverlässigkeit der Orientirung.

($D = 100$ *mm*) in Bild-Koordinaten x und y umgesetzt wurden, welche linearen Abmessungen bei vertikaler Plattenstellung entsprachen, wie man sie erhalten haben würde, wenn sämmtliche Stationen auf einer dem mittleren Verlauf der Eigerwand parallelen Geraden gelegen hätten und die Plattenebenen parallel der gemeinsamen Basisrichtung gewesen wären; aus den x und y in Verbindung mit der Bildweite D und der Basislänge wurden die Koordinaten der Wandpunkte: A = Abstand von der Basis, X = Abstand von der Normalen durch einen bestimmten Basispunkt und H = Höhe über der Basis, durch Proportionale abgeleitet, und zwar geschah die ganze Berechnung mittels der Rechenmaschine. Bei einer Reihe von Wandpunkten, welche hierbei mehrfach (z. Th. von vier Standorten aus) bestimmt waren, mit einem Abstand von der Grundlinie bis zu 3,5 *km*, wurde die Lage auf etwa $1^1/_2$ *m*, die Höhe auf $^3/_4$ *m* genau erhalten. Die Abweichungen zwischen photogrammetrischer und trigonometrischer Bestimmung bei den Orientirungspunkten schwanken zwischen 0 und 2 *m*. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass natürlichen, nicht durch Stäbe etc. markirten Zielpunkten immer eine gewisse Unbestimmtheit anhaftet, welche beispielsweise bei Felszacken den Betrag von Minuten bezw. Metern erreichen kann und die Schärfe der Wiedererkennung auf dem zweiten Standort, weiterhin auf den Platten beider Standorte beeinträchtigt[1]). Hierzu tritt die Unsicherheit der Einstellung bei Plattenpunkten, deren Stich durch irgend einen Unfall nicht kreisförmige, sondern unregelmässige Form erhielt; der mittlere Durchmesser wohlgelungener Stiche mag 2 bis 3 Minuten, die Unsicherheit der Einstellung bei solchen etwa $^1/_5$ Minute betragen, während sie bei unregelmässigen Stichen auf das Doppelte und Dreifache anwachsen kann. Die bei den Aufnahmen für die Jungfraubahn erreichten Resultate entsprechen hinsichtlich Genauigkeit annähernd trigonometrischen Messungen durch fortgesetztes Vorwärtseinschneiden im Felde mit besseren Theodoliten; die Genauigkeit wird sich noch erheblich steigern lassen, wenn bei Aufnahme (*und* Ausmessung) Teleobjektive verwendet werden können. Wie Vorversuche mit Teleobjektiven von 80 *cm* Brennweite bereits dargethan haben, lassen sich photogrammetrische Aufnahmen dieser Art in die Klasse geodätischer Präzisionsmessungen einreihen.

Weiterhin wurde Phototheodolit I für astronomisch-geographische Aufnahmen verwendet. Prof. Koppe giebt *a. a. O.* ein Beispiel einer photogrammetrischen Bestimmung der geographischen Länge mittels Mond-Distanzen, bei welcher die Unsicherheit der in Frage kommenden Distanzen nur wenige Sekunden beträgt, sodass auch hier das photogrammetrische Verfahren den Messungen mit astronomischen Instrumenten gleichgestellt werden kann[2]).

[1]) Im Hochgebirge geben die Spitzen von Schneezungen willkommene Objekte für (direkte Messung und mehr noch für) die Plattenausmessung. Wenn jedoch zwischen den Messungen bezw. Aufnahmen auf verschiedenen Standorten längere Zwischenräume (etwa mehrere Tage) lagen, so kann durch inzwischen erfolgtes Abschmelzen eine Veränderung der Zielpunkte bewirkt werden, welche die Zuverlässigkeit der Resultate beeinträchtigt.

[2]) Da dies Verfahren auch für Forschungsreisende von Wichtigkeit werden dürfte, skizziren wir dasselbe kurz: Am Fernrohr sehen wir (Fig. 4) zwei Diopter M und N seitlich angesetzt und zwar so, dass der Horizontalfaden des Fernrohrs in der durch Schauloch und Schlitz gegebenen Ebene liegt. Man kann dann trotz des kleinen Gesichtsfeldes des Fernrohrs (2° bis 3°), unter Drehen des letzteren um seine optische Achse, gleichzeitig zwei Sterne von 5- bis 6-mal grösserer Distanz einstellen. Bei der Längenbestimmung mittels Monddistanzen stellt man das Fadenkreuz des Fernrohrs so ein, dass der eine (sonst horizontale) Faden den Mond halbirt, dreht das Fernrohr um seine Längsachse, bis das zweite Objekt durch Schauloch und Schlitz eingestellt ist. Weiterhin stellt man den zweiten (sonst vertikalen) Faden des Fernrohrs auf den Mondrand ein und hält ihn in dieser Stellung fest durch Nachdrehen mit den Mikrometerschrauben beider Kreise. Hierauf wird exponirt (ca. 20 Sek.), wobei

Phototheodolit II wird auf einer Reihe zum Theil aussereuropäischer meteorologischer Observatorien als Wolkentheodolit verwendet. Zur Messung von Entfernung (Koordinaten X und Y), Höhe, Mächtigkeit und Geschwindigkeit der Wolken finden gleichzeitige Beobachtungen auf zwei bis zu mehreren Kilometern von einander entfernten Stationen (Beobachtungspfeilern) statt[1]). Am einfachsten gestaltet sich die Aufnahme und Rechnung bei Wolken, welche so liegen, dass die optischen Achsen beider Apparate rechtwinklig zur Basisrichtung oder einander parallel gestellt werden können. Die Verarbeitung der Platten kann in dreierlei Weise erfolgen: a) durch Ausmessung der Platten mittels Kamerafernrohr und trigonometrischer Berechnung von Lage und Höhe der eingestellten Wolkenpunkte[2]); b) durch Ausmessung der Platte mit Kamerafernrohr und Umsetzen der Winkel in Bildkoordinaten x und y für senkrecht und parallel zur Basis stehende Platten, worauf die Koordinaten A (Horizontalabstand von der Basis), X_1 und X_2 (Horizontalabstände von zwei in S_1 und S_2 rechtwinklig die Basis schneidenden Vertikalebenen), Z_1 und Z_2 (Höhen über den Stationen) durch Proportionalen mit Hülfe der Rechenmaschine abgeleitet werden können; c) bei parallel bezw. normal zur Basis gestellten Achsen durch direkte Abmessung von x und y in den Bildern, Reduktion derselben mit Hülfe der Bildweite D und der Achsenneigungen η auf Vertikalstellung der Platten und Berechnung der Koordinaten der Wolkenpunkte wie unter b). Im Allgemeinen wird das trigonometrische Rechenverfahren sich am meisten empfehlen, umsomehr, als man die Rechnungen unter Benutzung von Tafeln für die numerischen Werthe der trigonometrischen Funktionen auch mit der Rechenmaschine ausführen kann[3]).

---

auf der Platte ein Bild des Mondes und Sternes entsteht. Nun wird Fernrohr nebst Kamera durchgeschlagen, das Okularfadenkreuz in gleicher Weise wie bei der ersten Lage auf den Mondrand eingestellt und dieselbe Platte zum zweiten Male exponirt. Das zweite Bild von Mond und Stern ist gegen das erste um 180° gedreht derart, dass die Ränder der beiden Mondbilder sich berühren, während der gegenseitige Abstand der beiden Bilder desselben Sternes gleich ist der doppelten Monddistanz; bei Verwerthung der Aufnahme wird nur dieser Abstand gemessen, während der stets unscharf begrenzte Mondrand ausser Betracht fällt. Vorerst handelt es sich um Einfügen eines Vergleichsmaasses auf der Platte zur Umsetzung des linearen Werthes des Zwischenraumes in Gradmaass. Zu diesem Zweck macht man auf derselben Platte, gleich nach Aufnahme der Monddistanz, eine Aufnahme passender Vergleichssterne, wobei man für den einen zweckmässig den oben gebrauchten Stern wieder benutzt. Man stellt das Fadenkreuz des Fernrohrs auf diesen Stern ein, die Diopter auf den zweiten und macht zwei Aufnahmen in gleicher Weise wie oben. Da die beiden Distanzlinien (doppelte Mond- und Sterndistanz) sich in der Mitte des Bildes kreuzen, verhalten sich die linearen Abstände der beiden Sterne wie die Tangenten ihrer Winkelabstände, wodurch das Vergleichsmaass für die Umsetzung der linear gemessenen doppelten Monddistanz in Gradmaass gegeben ist.

[1]) Aus den Braunschweiger Beobachtungen, welche als Versuchsmessungen zu betrachten sind, lässt sich der Schluss ziehen, dass bei Wolken, deren Entfernung vier- bis zehnmal so gross ist wie die Basis, photogrammetrisch hinsichtlich Lage und Höhe eine Genauigkeit von 1 Prozent erreicht werden kann, was in Anbetracht der Unbestimmtheit der Objekte (bewegte, leicht veränderliche, ungleich dichte, unscharf abgegrenzte Nebelmassen) ausreichen dürfte.

[2]) Eine Orientirung der Platte durch Nachmessung von direkt gemessenen Winkeln fällt bei Wolkenaufnahmen natürlich ausser Betracht.

[3]) Die vorhandenen Tafeln dieser Art geben die Werthe von Minute zu Minute. Es wäre sehr erwünscht (und zwar nicht allein für die oben genannten Berechnungen), wenn man eine Tafel zur Hand hätte, welche (ähnlich Gernerth's 5-stelliger Tafel für die Logarithmen) die Werthe der trigonometrischen Funktionen von 10″ zu 10″ lieferte, da dann sämmtliche trigonometrische Rechnungen, ohne viel Interpoliren, mit der Rechenmaschine ausgeführt werden könnten.

Notiz über ältere Niveauprüfer.

Von
Dr. A. Galle in Potsdam.

In verschiedenen astronomischen Lehrbüchern wird für die Bestimmung des Theilwerthes der Libellen die Befestigung derselben an einem Höhenkreise oder die Benutzung der Fussschraube eines Theodoliten empfohlen, dagegen eines besonderen Hülfsinstrumentes nicht Erwähnung gethan. Ich verweise in dieser Beziehung auf die erste, im Jahre 1851 erschienene Auflage von Brünnow's „Lehrbuch der sphärischen Astronomie," und selbst in der siebenten von Weiss bearbeiteten Ausgabe von Littrow's „Wunder des Himmels" (1886) ist an der diesbezüglichen Stelle von einem Niveauprüfer nicht die Rede. Auch in Sawitsch's „Praktische Astronomie" ist dem Anschein nach der Abschnitt über dieses Instrument erst später eingefügt worden, indem bei der Theorie der Instrumente nur auf die erwähnten älteren Methoden zurückgegangen wird. Es wird beim Kapitel des Passageninstrumentes z. B. angegeben, dass Knorre zur Bestimmung des Werthes eines Umgangs der Fussschraube sich durch Striche beholfen hat, die er an einem senkrechten Holzklotze anbrachte.

Wenn man aber hieraus auch nur auf die geringe Verbreitung der Niveauprüfer schliessen wollte, so gewinnt man vielleicht durch die von Major Steinhausen in dem von Loewenherz herausgegebenen „Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879" gemachten Bemerkungen über das Reichel'sche Legebrett den Eindruck, als ob es sich um einen wesentlich neuen Apparat handelte. *A. a. O. S. 62* heisst es: „Reichel führt die Theilung (der Libellen) nicht nur selbst aus, sondern bestimmt auch — auf Wunsch — den Werth jedes Theilstriches. Das hierzu von ihm konstruirte, höchst zweckmässige Instrument war leider nicht ausgestellt. Da aber die Kenntniss desselben nicht ohne Interesse sein dürfte, so möge hier die Beschreibung des für die trigonometrische Abtheilung der Landesaufnahme gelieferten folgen."

Dass aber der hier beschriebene, seitdem viel verbreitete Reichel'sche Niveauprüfer, wie die besondere Bezeichnung „Legebrett" ebenfalls anzudeuten scheint, als eine völlig neue Erfindung nicht angesehen werden kann, geht aus dem von Professor Helmert bearbeiteten Abschnitt in dem „Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner Internationalen Ausstellung im Jahre 1876, herausgegeben von A. W. Hofmann (Braunschweig 1878)" hervor, wo *S. 190* gesagt ist: „Wir haben endlich noch den Niveauprüfer der englischen Vermessung anzuführen. Er unterscheidet sich von dem Repsold'schen hauptsächlich dadurch, dass die Libelle nicht direkt auf den von der Mikrometerschraube zu bewegenden Träger zu liegen kommt, sondern auf einen zweiten Träger, der an der einen Seite fest unterstützt, mit dem andern Ende auf dem ersten Träger aufsitzt und zwar sehr nahe an dessen Drehpunkt. Auf diese Art geht nur ein kleiner Theil der Senkung des ersten Trägers auf die Libelle über und es lassen sich leicht sehr kleine Neigungsänderungen erzielen." Der englische Apparat ist im Katalog der Londoner Ausstellung als „Klinometer" bezeichnet.

Repsold muss schon frühzeitig Libellenprüfer konstruirt haben, denn in den *Astronom. Nachrichten* **44.** *Nr. 1033* erwähnt Schumacher: „Auf Repsold's Maschine, um den Werth eines Niveautheils zu untersuchen, machte Lieutenant v. Nehus am 6. April 1829 folgende Bestimmung" (Folgen Zahlenangaben.). Wahrscheinlich ist das hier erwähnte Instrument bald nach dem Bau der Altonaer Sternwarte (1824) geliefert worden.

Herr Dr. Repsold theilt mir freundlichst mit, dass die ursprüngliche Konstruktion dieser Niveauprüfer folgende war: „ein einfacher, eiserner Träger mit zwei verstellbaren Lagern für das Niveau, an dem einen Ende auf zwei festen Punkten ruhend, am andern auf einer feinen Schraube mit getheiltem Kopf; später (etwa seit 1852) wurde noch eine Platte mit zwei festen Punkten und einer Schraube als Unterlage für den eigentlichen Niveauprüfer beigegeben, wodurch es leichter gemacht wurde, verschiedene Theile des Niveaus mit demselben Theile der Schraube zu messen."

Herrn Professor Bruns verdanke ich den Hinweis auf die wohl älteste Konstruktion eines Niveauprüfers und auf den von der Pulkowaer Sternwarte bei ihrer Einrichtung erworbenen Apparat. Der letztere, als „*Examinateur*" (Apparat zur Prüfung der Niveaus) bezeichnet, ist ausführlich in der *Description de l'observatoire astronomique central de Poulkowa par F. G. W. Struve. St. Pétersbourg 1845. S. 222 ff.* beschrieben und durch eine Abbildung erläutert. Der halbkreuzförmige Träger ruht auf drei Schrauben, von denen die eine als Messschraube dient. Sie ruhen wiederum auf zwei ebenen Glasplatten, die durch je drei Fussschrauben horizontal gestellt werden können. Der Apparat war so eingerichtet, dass die Niveaus in ihren Fassungen zur Prüfung gelangten. Bei den später in der Werkstatt des Observatoriums konstruirten Niveauprüfern liess sich die Messschraube in der Richtung des Lineals ein wenig verschieben, um den genauen Werth von einer Bogensekunde für den Schraubentheil herstellen zu können.

Die älteste Erwähnung eines Niveauprüfers scheint jedoch die in F. G. W. Struve's „Astronomischen Beobachtungen auf der Dorpater Sternwarte", *Band II. Dorpat 1820. S. 89* zu sein. Wir geben die betreffende Bemerkung zu den Beobachtungen vom 25. Mai 1819 in deutscher Uebersetzung des lateinischen Originals wieder: „An Stelle der kleineren und allzu trägen Libelle, durch die vorher die horizontale Lage der Achse untersucht wurde, ist eine andere, welche ich aus der Münchener Werkstatt empfing, an der Aufhängevorrichtung angebracht worden. Es ist eine Glasröhre von 10 Zoll Länge und 12,5 Par. Linien im Durchmesser. In die Kapsel, in die ich die Röhre eingeschlossen habe, habe ich eine Messingskale eingefügt, welche das Glas mit ihrer Kante berührt. Die einzelnen Theile dieser Skale sind = 1,33 Linien; und mittels einer Mikrometerschraube, welche ein Lineal, auf das die Libelle aufgesetzt ist, um einen festen Punkt bewegt, habe ich erkannt, dass die einzelnen Theile 0",55 in Bogenmaass betragen oder dass die Bewegung der Luftblase für jede Bogensekunde = 1,82 Skalentheile = 2,42 Par. Linien bei der Temperatur + 12° R. beträgt."

Nach R. Wolf (Handbuch der Astronomie) ist die Röhrenlibelle bereits um 1660 durch den französischen Gelehrten Melchisedec Thévenot erfunden worden. Doch war die Ausführung ziemlich lange Zeit noch höchst unvollkommen; 1775 wurde von Fontana die Verwendung von Aether oder Naphta für feinere Libellen in Vorschlag gebracht. Das genaue Ausschleifen der Röhren im Innern wird erst 1817 von Repsold erwähnt und die Vervollkommnung der Libellenfassungen blieb Reichenbach und dem älteren Ertel vorbehalten. So kam es, dass nur allmählich die früheren Hülfsmittel (Loth, Setzwaage und Kanalwaage) durch das Niveau verdrängt wurden, und man kann den Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts als die Epoche seiner Einbürgerung unter den Präzisionsinstrumenten bezeichnen.

Man ersieht hieraus, dass der allgemeineren Einführung der Libellen die Anwendung von Instrumenten zur Bestimmung ihrer Theilwerthe sehr bald gefolgt ist.

Ueber den Einfluss der chromatischen Korrektion auf die Lichtstärke und Definition der Bilder.

Von
Karl Strehl, K. Gymnasiallehrer in Weissenburg a. S.

Anlässlich eines praktischen Falles wurde ich darauf geführt, zu untersuchen, welchen Einfluss die *Art* der chromatischen Korrektion auf die Lichtstärke und Definition der Bilder ausübe. Ich habe gefunden und möchte im Folgenden nachweisen, dass derselbe viel grösser ist, als man erwarten sollte. Bekanntlich hat v. Lommel über die Beugungserscheinung einer *kleinen* runden Oeffnung eine grundlegende theoretisch-experimentelle Untersuchung verfasst (*Abh. der Kgl. bayer. Akademie der Wiss. II. Kl.* **15.** *II. Abth.*); durch sorgfältige Untersuchung der für das Fernrohr maassgebenden Längen und Abweichungen hinsichtlich ihrer Grössenordnung (ein wichtiger, bisher aber in den mir bekannten Schriften schlechthin vernachlässigter Punkt) habe ich in meiner „Theorie des Fernrohrs" erst den strengen Beweis erbracht, dass diese Untersuchung fast wörtlich auf Objektive etwa vom Maassstab 1 : 10 an und mindestens bis zu 1 *m* Oeffnung Anwendung findet. Auf solcher Grundlage fussen nachstehende Rechnungen.

Wenn ich in einem Fernrohr z. B. den Planeten Jupiter betrachte, so kommt es mir nicht darauf an, ob er „mit dem blendenden Glanze einer Wagenlaterne" ins Gesichtsfeld tritt, sondern wieviel Detail ich auf ihm wahrnehmen kann. Es handelt sich also hier nicht um die durchschnittliche Helligkeit des Bildes, sondern um die Helligkeitsunterschiede der kleinsten noch wahrnehmbaren Strukturelemente. Diese üben auch einen wesentlichen Einfluss auf die Definition des Bildes aus. Jedoch ist das Definitionsvermögen einer Spektralfarbe nicht lediglich ihrer Helligkeit proportional, vielmehr hat man wegen des mit abnehmender Wellenlänge proportional wachsenden Auflösungsvermögens zu setzen $\textit{Definitionswerth} = \frac{\textit{spezifische Lichtstärke}}{\textit{Wellenlänge}}$. Ich habe hierbei gefunden, dass, wenn der Scheitel der Intensitätskurve der verschiedenen Spektralstellen bei $\lambda = 0{,}565\,\mu$ liegt, dann der Scheitel der Definitionswerthe bei $\lambda = 0{,}5625\,\mu$ zu liegen kommt. Auch sonst sind die beiden Kurven wenigstens nicht allzusehr verschieden, und da sich das Auflösungsvermögen der zur Brennebene benachbarten Bildebenen schwer in Zahlen ausdrücken lässt, so kann man für praktische Zwecke auch in letzterer Hinsicht ohne zu grosse Fehler statt der Definitionskurve die Helligkeitskurve setzen.

Darum handelt es sich eben nun, dass beiderseits vom Brennpunkt längs der optischen Achse sowohl die Lichtstärke als auch das Auflösungsvermögen periodischen Schwankungen unterworfen ist. Man kann — vom Brennpunkt an gerechnet — die optische Achse in gleich grosse Zonen eintheilen. In der 1. Zone beiderseits sinkt die Lichtstärke von der Einheit bis auf Null, in der zweiten erhebt sie sich nur noch bis auf 5%, in der 3. bis auf 2%, in der 4. bis auf 1% u. s. w. Genaueres hierüber findet man in meinem Aufsatz „Aplanatische und fehlerhafte Abbildung im Fernrohr" (*diese Zeitschr.* **15.** *S. 364. 1895*). Wenn nun das System (Okular + Auge) — wie wir im Folgenden annehmen wollen — auf die Brennebene der hellsten Spektralstelle $\lambda = 0{,}55\,\mu$ eingestellt ist, dann vereinigen sich mit dieser bezüglich der übrigen Spektralfarben nicht deren Brennebenen, sondern benachbarte Bildebenen, nicht etwa nur aus der 1., sondern auch aus der 2. bezw. 3. bezw. 4. Zone u. s. w.

Die Folge davon ist, dass jede einzelne Spektralfarbe nicht nur nach Maassgabe

ihrer eigenthümlichen Lichtstärke zur Helligkeit und damit auch zur Definition des Bildes beiträgt, sondern ihre spezifische Lichtstärke ist auch noch mit einem Reduktionsfaktor zu versehen, der sie natürlich gewaltig herabdrückt. Taylor hilft sich in seiner Abhandlung „*The Secondary Colour Aberrations of the Refracting Telescope in Relation to Vision*“, über welche unlängst in *dieser Zeitschr.* ***15.*** *S. 451. 1895* referirt worden ist, hier einfach dadurch, dass er die mittleren Spektralfarben mit ihrer vollen Helligkeit, die anderen gar nicht in Rechnung zieht. Allerdings hat er zuerst auf den ausserordentlichen Einfluss dieser Verhältnisse hingewiesen, aber infolge seiner künstlichen Annahme bleibt er mit seinen Resultaten noch weit unter der Wahrheit. Für nachstehende Rechnung habe ich nun der Einfachheit wegen angenommen, dass die hellste Spektralstelle $\lambda = 0{,}55\,\mu$ sei — während sie nach Taylor für das Normalspektrum $\lambda = 0{,}565\,\mu$ ist — und dass der Scheitel der Farbenkurve einmal (Tabelle I) in $\lambda = 0{,}55\,\mu$ und das andere Mal (Tabelle II) in $\lambda = 0{,}58\,\mu$ zu liegen komme[1]). Als Farbenkurve habe ich dagegen — um mich an praktisch realisirte Fälle zu halten — diejenige des Lickrefraktors angenommen, deren Scheitel in Wirklichkeit gerade in der Mitte bei $\lambda = 0{,}565\,\mu$ liegt. Ferner habe ich als Helligkeitskurve der Spektralstellen die des Normalspektrums nach den Angaben von Taylor gewählt. Abbildungen beider finden sich dem Referat *a. a. O.* beigegeben; ich darf mir wohl erlauben, darauf zu verweisen. In den beiden folgenden Zahlentabellen bedeuten nun λ die 100-fach vergrösserten Wellenlängen in μ; ferner Δ die 50-fach vergrösserten chromatischen Längenabweichungen des Lickrefraktors in *mm*, sowie a die entsprechenden Durchmesser der oben genannten Zonen, 50-fach vergrössert in *mm*; dividirt man Δ durch a, so ergeben sich die den Reduktionsfaktor bestimmenden Zahlen z (zur Vermeidung von Dezimalbrüchen 100-fach vergrössert); dabei bedeutet 100 die Grenze zwischen der 1. und 2. Zone, ferner 200 die Grenze zwischen der 2. und 3. Zone u. s. w. Unter φ steht der Reduktionsfaktor und unter i die spezifische Lichtstärke jeder Spektralstelle (bei beiden ist ebenfalls der Einfachheit wegen die Einheit = 100 gesetzt); multiplizirt man i mit φ, so erhält man den Beitragswerth w jeder Spektralstelle. Summirt man endlich über sämmtliche von den verschiedenen Spektralstellen gelieferten Beiträge, so erhält man die verhältnissmässige Lichtdichte im Scheitel der Farbenkurve als Brennpunkt. Um die Tabellen nicht zu sehr ausdehnen zu müssen, gebe ich hier nur diejenigen Werthe wieder, welche noch innerhalb der 1. Zone liegen; jedoch habe ich für mich zur Ermittlung des Fehlers, welcher durch diese Beschränkung entsteht, auch noch die nächsten 3 Zonen (also ausschliesslich der 5. und weiteren) berechnet. Selbstverständlich ist eine mechanische Quadratur immer mit Fehlern behaftet; die Richtigkeit der Schlüsse innerhalb der gewählten Genauigkeitsgrenze vermögen sie aber nicht zu stören.

Wir entnehmen nun beiden Tabellen (a. f. S.) Folgendes:

Wenn der Scheitel der Farbenkurve mit dem Scheitel der Lichtkurve zusammenfällt, dann ist (Tabelle I) die Lichtsumme im Brennpunkt 100 113; wenn der Scheitel der Farbenkurve um $0{,}03\,\mu$ nach der rothen Seite verrückt ist, dann ist (Tabelle II) die Lichtsumme im Brennpunkt 80 623; nach der blauen Seite zu würde sie noch etwas kleiner sein. Der Lichtverlust beträgt also 19,5%. Wenn man alle Werthe rechnet, welche innerhalb der 4 ersten Zonen liegen, dann findet sich im 1. Falle als Lichtsumme 101 460; dagegen im 2. Falle als Lichtsumme 81 817; der Unter-

[1]) Vgl. Max Wolf, Bestimmung der chromatischen Abweichung achromatischer Objektive. *Wied. Ann.* ***33.*** *S. 212. 1888* (Kurve *E*). — Für lichtschwache astronomische Bilder (im Gegensatz zu mikroskopischen) liegt die hellste Spektralstelle wohl eher unter als über $\lambda = 0{,}55\,\mu$.

schied hat sich aber fast gar nicht geändert und beträgt wieder 19,4%. Dagegen tritt eine sehr grosse Aenderung ein, falls man annimmt, das Objektiv sei *absolut* achromatisch, und deshalb den Reduktionsfaktor stets der Einheit gleich setzt. In diesem Falle ist die Lichtsumme innerhalb der 4 ersten Zonen 209 100 und steigt sogar innerhalb des Intervalls $\lambda = 0{,}40\ \mu$ bis $\lambda = 0{,}70\ \mu$ auf 231 600; demgegenüber bedeutet eine Lichtsumme von 101 460 blos 48,5% bezw. sogar nur 43,8%. Die übrigen 56,2% dienen nur dazu, das Detail der dem Brennpunkt benachbarten Bildstellen mehr oder weniger zu verwischen. Dieser Verlust an Licht und diese Verschleierung des Details sind es in Wahrheit — und nicht die „farbigen Ränder“ —, welche unachromatische Fernrohre unbrauchbar machen und die Leistung achromatischer so sehr verringern, letzteres Verhältnisse, die man mit dem Namen „sekundäres Spektrum“ zu kennzeichnen pflegt.

Tafel I.

λ	Δ :	a =	z	q ×	i =	w
60	75	87	86	03	64	192
	60	86	70	13	69	897
59	45	85	53	36	74	2 664
	35	84	42	54	78	4 212
58	25	84	30	74	84	6 216
	15	83	18	90	88	7 920
57	10	82	12	96	91	8 736
	05	81	06	99	94	9 306
56	02	81	02	100	97	9 700
	01	80	01	100	99	9 900
55	0	80	0	100	100	10 000
	03	79	04	100	99	9 900
54	10	78	13	95	98	9 310
	25	77	32	71	95	6 745
53	40	77	52	38	91	3 458
	55	76	72	11	87	957
						100 113

Tafel II.

λ	Δ :	a =	z	q ×	i =	w
63	75	91	82	05	23	115
	60	90	67	17	30	510
62	45	90	50	41	39	1 599
	35	89	39	59	46	2 714
61	25	88	28	77	52	4 004
	15	87	17	91	58	5 278
60	10	87	11	97	64	6 208
	05	86	06	99	69	6 831
59	02	85	02	100	74	7 400
	01	84	01	100	78	7 800
58	0	84	0	100	84	8 400
	03	83	04	100	88	8 800
57	10	82	12	96	91	8 736
	25	81	31	72	94	6 768
56	40	81	49	42	97	4 074
	55	80	69	14	99	1 386
						80 623

Fassen wir das Vorstehende nochmals in zwei Sätzen zusammen unter der Annahme, dass die hellste Stelle des Spektrums in $\lambda = 0{,}55\ \mu$ liege:

I. *Bei Einstellung auf den Brennpunkt der Strahlen von* $\lambda = 0{,}55\ \mu$ *Wellenlänge steigt mit wachsender Vergrösserung der Lichtverlust eines „Lickrefraktors“ nach unserer Rechnung mindestens auf* 51,5%; *in Wirklichkeit wird die Lichtstärke im Brennpunkt sogar höchstens* 43,8% *sein*; *diesen Grenzwerth — welchen man nach Kenntniss der Farbenabweichungen für jedes Objektiv bestimmen kann — möchte ich als wahres Maass der Lichtstärke angesehen wissen.*

II. *Wenn der Scheitel der Farbenkurve um* $\lambda = 0{,}03\ \mu$ *seitlich von der hellsten Stelle des Spektrums liegt, dann sinkt die Lichtstärke im Brennpunkt nach unserer Rechnung auf* 39,1%, *in Wirklichkeit bis auf* 35,3%; *der Lichtverlust gegen vorhin beträgt also* 19,4%.

Aus diesen beiden Schlüssen erkennt man einmal die Schädlichkeit kurzer Brennweite, zum anderen die Wichtigkeit, den Scheitel der Farbenkurve in nächste Nähe der hellsten Spektralstelle zu legen. Denn ein Verlust von 7% bis 20%[1]) muss sich meiner Ansicht nach doch bei Aufsuchung von schwachen Doppelsternkomponenten, Planetentrabanten u. s. w. und bei Erforschung zarter Details auf Planeten-

[1]) Der Lichtverlust ist 6,9% für $\lambda = 0{,}565\ \mu$ als Scheitel der Farbenkurve, wie ich nachträglich berechnet habe.

oberflächen bemerklich machen können, ganz abgesehen davon, dass dadurch der gewöhnlich schon so stark herabgedrückte Werth der *wahren* Lichtstärke noch mehr herabgedrückt wird.

Ich würde mich einer Unterlassung schuldig machen, wenn ich nicht erwähnen wollte, dass diese Schlüsse nur auf den Fall sich beziehen, wo man das Fernrohr auf Objekte richtet, welche mit *weissem* Lichte leuchten. Die eigenthümliche Lichtvertheilung im Spektrum, welche als charakteristisch für den Begriff „weisses Licht“ gilt, hängt einmal ab von dem Strahlungsgesetz der selbstleuchtenden Objekte, zum andern von der physiologischen Empfindungsfähigkeit des Auges für verschiedene Farben und wird zum dritten auch noch durch die Absorptionsverhältnisse des Objektivglases beeinflusst. Würde man himmlische Objekte betrachten, welche eine wesentlich andere Helligkeitsvertheilung im Spektrum ergeben, so würden sich die Verhältnisse bei einem für weisses Licht korrigirten Fernrohr wiederum verschlechtern. Dies giebt die Erklärung für den interessanten Ausspruch des berühmten Beobachters Schiaparelli: „Nicht alle Objektive sind gleich geeignet zum Studium des Mars, sondern mehr solche, welche man in München überkorrigirt nennt, bei welchen der Achromatismus so berechnet ist, dass er nur auf den rothen Theil des Spektrums Bezug hat und nicht den blauen und violetten Strahlen Rechnung trägt. Diese Objektive zeigen gut die rothen Gegenstände, aber weniger gut diejenigen, in welchen Blau vorherrscht. Sie geben den planetarischen Scheiben und den hellen Sternen eine grosse blaue Korona, welche sehr belästigen kann; aber für den Mars ist dieser Nachtheil gering, weil im Mars nur wenige blaue Strahlen vorhanden sind, und diese beseitige ich, indem ich vor dem Okulare ein feines orangegelbes Glas anbringe. Wenn Ihr Objektiv keinen blauen Rand den planetarischen Scheiben giebt, sondern einen rothen oder grünen, so ist es nicht geeignet für den Mars, aber dagegen wird es besser als das meinige für die Venus und den Jupiter passen.“ Schiaparelli verlangt also für den Mars Objektive, bei denen der Scheitel der Farbenkurve etwa im Orangegelben liegt. Diese Wahrnehmungen sind eine volle Bestätigung unserer Theorie durch die Praxis. Allerdings leuchtet die Mehrzahl der Himmelskörper mit mehr oder minder weissem Licht, und man muss eben solche Unvollkommenheiten eines für weisses Licht korrigirten Objektives wohl oder übel mit in Kauf nehmen.

Auch bei *kleineren* Refraktoren liegen die Verhältnisse lange nicht in dem Maass günstiger, als man zunächst erwarten sollte. Wollte man *entschieden* dem absoluten Achromatismus nahe kommen, so bliebe meiner Ansicht nach blos eine 3-fache Möglichkeit, die auch schon verschiedene Male praktisch verwirklicht worden ist: entweder die Wahl ganz spezieller Jenenser Gläser mit äusserst gestreckter Farbenkurve, oder 3-theilige Objektive mit mehrfacher Umbiegung der Farbenkurve, oder Standfernrohre mit *kolossalen* Brennweiten.

Dürfte man zahlreichen Aeusserungen in populär-astronomischen Schriften Gewicht beilegen, so könnte man schliessen, dass Astronomen und Optiker in der Kürze ihrer Fernrohre sich förmlich zu unterbieten suchten. Wiederholt ist mir aufgefallen, dass dieser oder jener Beobachter geradezu stolz darauf war, dass sein Objektiv bei so und soviel Zoll Oeffnung „nur“ so und soviel Fuss Brennweite habe. Meist war die Bemerkung beigefügt, dass sich das Glas durch sehr grosse Lichtstärke auszeichne (welche Bemerkung auf einem leicht ersichtlichen Fehlschluss beruht); vergebens suchte ich aber stets die weitere Bemerkung, dass sich das Glas auch durch eine ausserordentliche Definition auszeichne. Ich glaube die wahren Verhältnisse

bezüglich der Lichtstärke — sowie des weiteren bezüglich des Einflusses der *Art* der Farbenvereinigung auf die Lichtstärke und Definition — im Vorstehenden deutlich hervorgehoben zu haben und erlaube mir zum Schluss noch auf ein Wort von Gauss in einer seiner dioptrischen Untersuchungen hinzuweisen: „Der scharfe Kalkül lässt sich nichts abstreiten und bei einem vagen Raisonnement übersieht man leicht einen wesentlichen Umstand".

Notiz zum Polarplanimeter.

Von
C. Bohn.

In *dieser Zeitschr.* ***16.*** *S. 361. 1896* beschreibt Herr Hammer eine Abänderung des Amsler-Planimeters, welche den Flächeninhalt durch Multiplikation der Abwickelung an der Integratorrolle mit nur *einer* Konstanten finden lässt, einerlei ob der Pol ausser- oder innerhalb der Figur liegt, oder anders gesagt, welche die zweite Konstante zu Null macht, die man bisher bei Innenlage des Pols zu dem Abwickelungsvielfachen noch fügen musste. Diese zweite Konstante ist bekanntlich der Inhalt eines Kreises, gleich $\pi(b^2 - 2eb)$, wenn b und e die Entfernungen des Fahrstifts, beziehungsweise des Auflagerungspunktes der Rolle vom Gelenk bedeuten.

Die Beseitigung der zweiten Konstanten lässt sich (wie ich bereits am 26. XI. 1886 in das Handexemplar meiner „Landmessung" schrieb) einfachst dadurch erreichen, dass man $e = b/2$ macht, wobei es einerlei ist, ob die Rolle mitten zwischen Gelenk und Fahrstift liegt, oder im gleichen, halben Fahrstiftabstand auf der Verlängerung von Fahrstift zu Gelenk. Die Grösse der Abrollung ändert sich dadurch nicht, nur der Sinn derselben.

Im ersten Falle bleibt die Rolle in der Nähe des Figurumfangs, was, wie auch Herr Hammer betont, von Vortheil ist. Im zweiten Falle (diesem entsprechend sind die Amsler-Planimeter gebaut) kann sich die Auflagerstelle der Rolle dreimal so weit vom Umfang der Figur entfernen.

Ich habe es niemals besonders lästig empfunden, in den selten vorkommenden Fällen der Innenlage des Pols die zweite Konstante zu addiren. Aber es ist allerdings einfacher, wenn sie ganz wegfällt.

Aschaffenburg, 5. Januar 1897.

Referate.

Ueber einen Libellenprüfer.

Von M. Raina. Sonderabdruck aus *Il Politechnico 1895.*

Der von Leonardo Milani im Jahre 1889 für die Königliche Sternwarte zu Mailand konstruirte Libellenprüfer ist, wie in der Abhandlung auch angegeben ist, mit einigen kleinen Aenderungen nach dem Reichel'schen Legebrett mit Federbalancirung konstruirt, welches in dem „Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung im Jahre 1879" *S. 62* beschrieben ist. Raina behandelt in sehr vollständiger Weise die Prüfung der Messschraube auf periodische und fortschreitende Fehler. Bezüglich der Einzelheiten muss auf das Original verwiesen werden. *G.*

Ein einfaches und genaues Kathetometer.

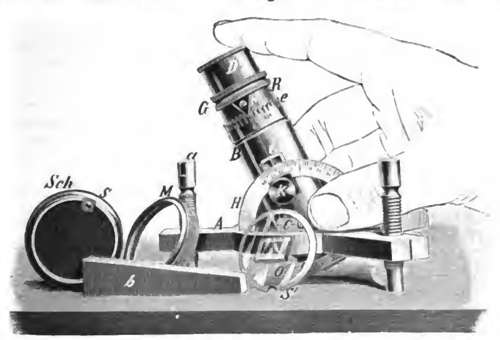
Von F. L. O. Wadsworth. *Amer. Journ. of Science* (4) **1.** *S. 41. 1896.*

Die Thatsache, dass der hohe Preis eines guten Kathetometers gebräuchlicher Konstruktion nicht im Einklang steht mit der durch das Instrument erreichbaren Genauigkeit, hat Wadsworth zu einer Abänderung der Konstruktion geführt, deren Hauptvorzug darin besteht, dass die lange zylindrische Führung sammt besonderem, festen Maassstab in Wegfall kommt. Er befestigt vielmehr einen gewöhnlichen Maassstab parallel zu dem vertikal stehenden Messobjekt in ein und demselben Stativ und beobachtet Objekt und Maassstabstrich, indem er sie nacheinander durch einen drehbaren Planspiegel in das Messfernrohr reflektirt, welches an einem zweiten gewöhnlichen Dreifussstativ festgeklemmt ist. Der Objektivkopf trägt einen über das Objektiv hinausragenden Arm, in welchem die Achse für den Planspiegel in der Ebene der Visirlinie und senkrecht zu ihr justirbar gelagert ist. Zur Kontrole der Lage des Spiegels und des Fernrohres, welches zum Kippen und Drehen eingerichtet ist, dient eine auf der Spiegelachse sitzende Libelle. Der Abhandlung ist eine eingehende Erörterung der Fehlerquellen der Anordnung beigegeben. *G.*

Universal-Schleifapparat für den Handgebrauch zur Herstellung von orientirten Krystallpräparaten.

Von Gustav Halle. *Nach einem Prospekt.* Vgl. auch *Neues Jahrbuch f. Mineral. 1896. S. 251.*

Der Apparat ist besonders geeignet zum Schleifen von genau orientirten Krystalllamellen, welche behufs Beobachtung ihrer Achsenbilder möglichst schnell hergerichtet werden sollen. Zu diesem Zweck muss sich das Objekt mit seinem Träger um eine zur Schleifplatte parallele Achse um bestimmte Winkel neigen und der Objekthalter um seine Längs-



achse drehen lassen. Ferner sollte die Möglichkeit vorhanden sein, an dem Krystall, ohne ihn von dem Objektträger wegzunehmen, rasche Bestimmungen der Lage der Achsen vornehmen zu können. Deshalb besteht bei dem zu beschreibenden Apparat der Objektträger aus Spiegelglas; er lässt sich leicht von dem metallenen Schleifkörper abnehmen und nachher wieder sicher befestigen.

Die nebenstehende Abbildung zeigt den Apparat in halber nat. Grösse; die Haupttheile der Objektbefestigung sind in voller Grösse dargestellt.

Die dreischenklige Grundplatte *A* kann durch drei kräftige, feingängige Stahlschrauben *a* mittels Knebelschlüssel stets genau parallel zur Schleifbasis gestellt werden; für diesen Zweck ist dem Apparat ein mit Millimetertheilung und Zahlen versehener Mess-

keil beigegeben. Die Schrauben selbst sind schwer gangbar eingerichtet, um etwaige Drehungen derselben während der Arbeit zu verhindern.

Auf der Grundplatte ist ein um seine Querachse drehbarer Rohrkörper *R* befestigt, welcher sich in festen Lagern *C* nach der linken Seite um 30 Grad neigen und mittels der Klemme *K* an einem graduirten, mit Zahlen versehenen Halbkreis *H* in einer gewünschten Lage feststellen lässt. Die Indexmarke *i* ist mit dem Rohrkörper fest verbunden. Der obere Rand dieses Aussenrohres ist mit 36 äquidistanten, spitzwinkeligen Einschnitten *e* versehen; demnach ist der Winkelwerth einer Kerbe genau 10 Grad. Ein zweites, starkwandiges Rohr *R*, etwas schwer verschiebbar im Aussenrohr, trägt dicht unter seinem Griffringe *G* eine fest mit demselben verbundene Nase *N*, welche die Feststellung dieses Mittelrohres durch Eindrücken in einen bestimmten Einschnitt des Zahnkranzes bewirkt. Sodann ist ein drittes Rohr *D* eingefügt, welches im mittleren Hohlkörper, leicht verschiebbar, gleitet. Dieser Rohrzylinder ist durch eine Führungsleiste, welche in einem Schlitz des Mittelrohres sich leicht und sicher verschieben lässt, gegen Drehung um die Längsachse gesichert.

Am unteren Ende des innersten Rohrzylinders *D* ist der in natürlicher Grösse abgebildete Schleifkörper *Sch* befestigt. Der Objekthalter ist etwas vertieft, damit ein vorspringender Rand entsteht zur Aufnahme des eigentlichen Objektträgers *O*. Derselbe ist aus 1,5 *mm* dickem Spiegelglas hergestellt, auf einer Seite stark facettirt und am Rand mit halbkreisförmigem Einschliff *S'* versehen. Letzterer dient dazu, durch Einsetzen des Objektglases in einen am Objekthalter befindlichen Stellstift *s* das am Glase angekittete Schleifobjekt gegen Drehung zu schützen, während eine Ueberfangmutter *M*, welche sich leicht auf dem Gewindehals des Objekthalters schraubt, die facettirte Seite des Objektglases umschliesst und somit das genaue Anliegen des Letzteren bewirkt.

Für kleine Krystallpräparate wird dem Apparat auf Anregung des Hrn. Prof. Scheibe ein besonderes Stück beigegeben, das nach Abnehmen des Objektglases auf dem Gewindehals an Stelle der Ueberfangmutter *M* festgeschraubt wird. Das bedeutend kleinere Objektglas dieses Theils ist genau ebenso mittels Kerbschliff und Stellstift gegen Drehung geschützt, wie das grössere und gestattet somit ebenfalls ein genau orientirtes Anschleifen von Flächen auch bei *starker Neigung* derselben.

Alle Theile des Schleifapparates sind stark vernickelt, sodass er ohne Schaden gründlich mit Wasser abgespült werden kann. Nach diesem durch Musterschutz (Nr. 37 510) gesicherten System werden ebenfalls grössere Apparate, auch solche mit rotirender Schleifscheibe, angefertigt[1]).

Schwimmer.

Von H. Hartl. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* **9.** *S. 121. 1896.*

Die in Fig. 1 abgebildete Vorrichtung ist eine Vereinfachung des bekannten Apparates von Vogel (Lehmann-Frick *1. S. 230*), der zeigt, das auch die leichtesten Körper nur schwimmen, wenn der Auftrieb wirksam wird. In den Glaszylinder *G* ist ein Metallboden *B* eingekittet, auf dem ein anderer Glaszylinder *C* lose aufsitzt. Auf diesen ist oben der Messingdeckel *n* aufgekittet, durch den die Glasröhre *R* luftdicht hindurchführt, an deren unterem Ende die Metallscheibe *M* angekittet ist. In die Röhre *R*, ist oben ein durchbohrter Kautschukstopfen gesteckt, in dessen Bohrung ein Manometer *m* eingesetzt werden kann. Setzt man den Zylinder *C* in das mit Wasser gefüllte Gefäss *G*, so schwimmt er; verschliesst man aber das obere Ende von *R* dicht mit dem Daumen und setzt man den Zylinder *C* mit leichtem Druck auf die Bodenplatte *B*, so steigt er, wenn man den Daumen entfernt, nicht auf. Dringt nun allmählich Wasser in den Raum *r* und die Röhre *R*, so steigt endlich der Schwimmer in die Höhe. Steckt man in die untere Oeffnung von *R* einen durchbohrten Kautschukpfropfen und durch diesen ein Glasröhrchen, das in eine nicht zu feine Spitze ausgezogen ist, so tritt das Steigen des Schwimmers viel früher ein.

[1]) Der Preis des beschriebenen Apparates beträgt mit Kästchen 65 M. Gusseiserne, plan gehobelte Schleifplatten (25 × 25 × 2 *cm*) werden für 10 M., Glasplatten für das Feinschleifen (ca. 22 × 22 × 1) für 12 M. geliefert.

Eine andere Form des Schwimmers ist in Fig. 2 abgebildet. In den starken, unten ausgehöhlten und durchbohrten Boden *n* des Glaszylinders *C* ist das mit der Erweiterung *g* versehene Glasrohr *R* fest eingekittet. Ein kleiner Steg *t* aus Messingblech befestigt das bei *o* offene Glasrohr an dem oberen Rande von *C*. Verschliesst man *o* mit dem Daumen und setzt man diese Vorrichtung so in ein mit Wasser gefülltes Gefäss *G*, dass der eben geschliffene Rand von *C* halbdicht auf dem Boden des Gefässes aufsteht, so bleibt der Schwimmer festsitzen, wenn man den Daumen von *o* entfernt. Allmählich dringt das Wasser in *R* ein und, wenn es eine gewisse Höhe, etwa *m* erreicht hat, steigt der Schwimmer empor. Setzt man die Vorrichtung in das Wasser, ohne *o* zu verschliessen, so schwimmt sie, sinkt aber allmählich tiefer ein, wenn das Wasser in *g* und *R* eindringt. Als Wassergefäss kann ein beliebiger, hinreichend hoher Glaszylinder benutzt werden, auf dessen Boden eine ebene Glas- oder Metall-Platte *r* aufgekittet ist. Die Schwimmer werden von dem Mechaniker J. Antusch in Reichenberg (Deutschböhmen) hergestellt und die Vorrichtung Fig. 1 mit allem Zubehör für 15 M. und der Schwimmer Fig. 2 ohne Glasgefäss für 5 Mark geliefert. *H. H.-M.*



Fig. 1.

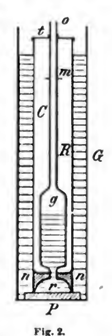


Fig. 2.

Beiträge zur Bestimmung von Molekulargrössen IV; Neuerungen an den Apparaten.

Von Ernst Beckmann. *Zeitschr. f. phys. Chem.* **21.** *S. 239. 1896.*

Zur genauen Bestimmung der Aenderung, die Gefrierpunkt und Siedepunkt eines Lösungsmittels durch den Zusatz eines löslichen Körpers erleiden, — aus ihr lässt sich dann die Molekulargrösse des letzteren berechnen — hat Verf. seinerzeit Apparate angegeben[1]), deren Verbesserung er sich inzwischen hat angelegen sein lassen[2]). Um hygroskopische Flüssigkeiten vor der Luftfeuchtigkeit zu schützen, bleibt das „Gefrierrohr" (Fig. 1), dessen obere Oeffnung das feingetheilte Thermometer aufnimmt, während der seitliche Ansatz zum Einwerfen des zu lösenden Stoffes dient, für die Dauer der Beobachtung geschlossen. Ein kleiner, periodisch erregter Elektromagnet, dessen Polschuhe das Gefrierrohr ein Stück unter der oberen Oeffnung umfassen, setzt den Rührer (s. Fig. 1) in Bewegung; dieser besteht zunächst aus einem oberen, schmiedeeisernen Ringe *R*, der mit dünnem Platinblech (2 mit Gold verlöthete Theile) zum Schutz gegen chemischen Angriff bekleidet ist. Von ihm gehen zwei Platindrähte aus, die ihrerseits unten zwei flache, ebenfalls mit Gold angelöthete Platinringe *r r* tragen. Zum periodischen Stromschluss lässt sich ein Mälzel'sches Metronom in der durch Fig. 2 veranschaulichten Weise verwenden: Klemme *2* ist durch das Quecksilbernäpfchen *4* in dauernder Verbindung mit der Achse des Instrumentes, Klemme *1* mit den Näpfchen *3* und *5*; also wird je nach deren Füllung der Strom durch Eintauchen der

[1]) E. Beckmann, *Zeitschr. f. phys. Chem.* **2.** *S. 638 u. 715. 1888 und* **4.** *S. 532. 1889.*
[2]) *Ebenda* **7.** *S. 323. 1890;* **8.** *S. 223. 1891;* **15.** *S. 656. 1894.*

an der Achse befestigten Drähte *a* und *b* einmal oder zweimal für jede volle Schwingung geschlossen.

Der dem Gefrierapparat ähnliche Siedeapparat besitzt noch einen zweiten seitlichen Ansatz zum Einführen eines inneren Kühlers. Ein oben durch eine Platte bedeckter Glaszylinder umgiebt als Luftmantel den unteren Theil des Siederohres. Zur Siedeerleichterung

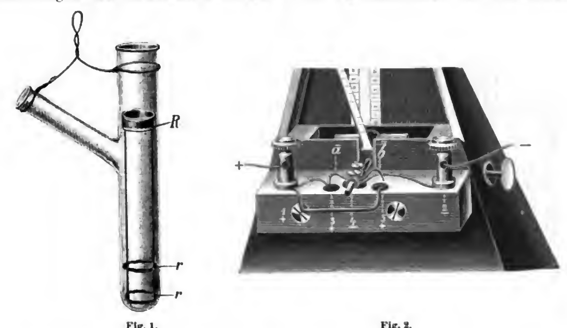


Fig. 1. Fig. 2.

können Platinstückchen, in Tetraederform geschnitten, dienen. Bei dem in 0,01° getheilten Beckmann'schen Thermometer mit veränderlicher Quecksilberfüllung[1]) kommt es darauf an, dass das zur Aufnahme des abgetrennten Quecksilbers dienende Reservegefäss nicht flach, sondern vermittelst einer konischen Erweiterung sich an die nach unten gebogene Kapillare anschliesst. *Wg.*

Methode der photographischen Registrirung zum Studium der Ausdehnung von Flüssigkeiten.

Von A. Berget. *Compt. rend.* **123.** *S. 745. 1896.*

Zwei Ausflussthermometer sind, das eine zur Bestimmung der Temperatur mit Quecksilber, das andere mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt und lassen die bei Aenderung der Temperatur austretende Flüssigkeitsmenge in zwei auf den Schalen zweier verschiedener Waagen stehende Gefässe fliessen. Die Waagebalken dieser beiden Waagen schwingen in zwei zu einander senkrechten Ebenen und tragen Spiegel, in denen ein Lichtstrahl derart doppelt reflektirt wird, dass er eine lichtempfindliche Platte trifft und auf ihr infolge der beiden rechtwinkligen Bewegungsrichtungen Kurven entstehen lässt, die den Lissajous'schen ähnlich sind. Aus diesen Kurven lässt sich dann die Ausdehnung der zu untersuchenden Flüssigkeit ableiten. *Schl.*

Experimentelle Untersuchungen über die absolute Wärmeleitungskonstante der Luft.

Von E. Müller. *Wied. Ann.* **60.** *S. 82. 1897.*

Die Bestimmung der absoluten Wärmeleitungskonstante der Luft durch Beobachtung der Abkühlung eines Thermometers ist von Kundt und Warburg sowie Graetz einerseits und Winkelmann andererseits in verschiedenen Formen ausgeführt worden. Die von den genannten Forschern erhaltenen Resultate stimmen indessen so wenig überein, dass die Unterschiede sich nicht mehr durch Beobachtungsfehler allein erklären lassen. Der Verfasser

[1]) Vgl. Fr. Grützmacher. *Diese Zeitschr.* **16.** *S. 171 u. 200. 1896.*

hat sich deshalb in der vorliegenden Arbeit die Aufgabe gestellt, durch möglichst sorgfältige Wiederholung aller Versuche sowohl unter Verwendung von Metall- als von Glasgefässen die Ursache der grossen Verschiedenheit in den Resultaten zu ermitteln und einen neuen Werth der Wärmeleitungskonstante abzuleiten.

Die wesentlichsten Ergebnisse der Arbeit lassen sich im Folgenden zusammenfassen:

1. Da Kundt und Warburg sowie Graetz zur Herstellung des Vakuums Geissler'sche Pumpen verwendeten, so ist es wahrscheinlich, dass die Quecksilberdämpfe, welche unberücksichtigt blieben, das Resultat merklich beeinflusst haben.
2. Die von Kundt und Warburg sowie Graetz gefundenen Resultate erscheinen ferner zu klein, weil zur Ermittelung des Wasserwerthes des Thermometers die spezifische Wärme des benutzten Glases nicht direkt bestimmt wurde, sondern statt des wahrscheinlich anzuwendenden Werthes von etwa 0,20 der von Dulong und Petit im Jahre 1817 für Glas ermittelte 0,177 zur Berechnung verwendet wurde.

Nach der Methode von Kundt und Warburg erhielt dann der Verfasser für die absolute Wärmeleitungskonstante der Luft den Werth

$$k = 0{,}000\,056 \frac{g}{cm . sek.} .$$

Die Abweichung dieses Werthes von den von Kundt und Warburg sowie Graetz gefundenen Resultaten lässt sich durch die beiden oben angegebenen Umstände erklären.

Schl.

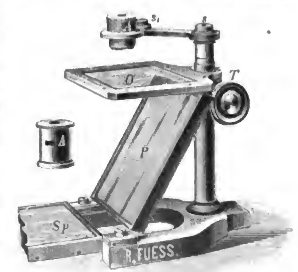
Lupenstativ mit Polarisation.

Von C. Leiss. *Neues Jahrbuch f. Mineral. 1897. S. 81.*

(Mitth. aus der R. Fuess'schen Werkstätte.)

Das zur Untersuchung umfangreicher Objekte dienende, auf Anregung des Hrn. E. Kalkowsky konstruirte Instrument kann für die verschiedensten mineralogischen, geologischen und paläontologischen Untersuchungen Verwendung finden.

Auf den vorderen Enden eines kräftigen, hufeisenförmigen Fusses sind in Zapfenlagern drehbar der Beleuchtungsspiegel *Sp* und der Polarisator *P* (ein Glasplattensatz) befestigt. Der Objekttisch *O* ist durch eine Spiegelglasplatte von der Grösse 8,5 × 10 *cm* gebildet, welche in einem kräftigen Messingrahmen liegt. Auf Wunsch kann die Spiegelglasplatte auch durch eine Metallplatte mit beliebiger Oeffnung ausgetauscht werden. Die Dimensionen des Polarisators sind so bemessen, dass der Objekttisch in seiner gesammten Ausdehnung mit polarisirtem Licht beleuchtet wird.



Die Einstellung der Lupen auf das Objekt geschieht durch die sehr ausgiebige Zahn- und Triebbewegung *T*, während vermittels der um die Scharniere s und s_1 beweglichen Arme die Lupe über den ganzen Objekttisch geführt werden kann. Der analysirende Nicol, ein Glan-Thompson'sches Prisma, wird mit seiner Fassung, welche mit einem Schlitz zur Einführung von Gyps- und Glimmerblättchen versehen ist, über den zylindrischen Ansatz *A* gestülpt. Dem Instrumente werden zwei Steinheil'sche Lupen mit grossem, planen Sehfeld von 4- und 8-facher Vergrösserung beigegeben.

Der Preis des vollständigen Lupenstativs nebst Kasten beträgt 130 M.

Experimentelle Bestimmung der Temperatur in Geissler'schen Röhren.

Von R. W. Wood. *Wied. Ann.* **59.** *S. 238. 1896; Phys. Rev.* **4.** *S. 191. 1896.*

Das Ziel der Arbeit von Wood ist die Bestimmung der relativen Temperaturen in den verschiedenen Theilen der Glimmentladung einer Geissler'schen Röhre.

Zunächst wurden einige Versuche gemacht, welche die mittlere Temperaturerhöhung angeben. An die Geissler'sche Röhre *B* (Fig. 1) ist eine senkrecht stehende Röhre angeblasen, welche fest in eine Flasche *A* eingesetzt ist und bis auf den Boden derselben reicht. In die Flasche ist etwas Schwefelsäure gegossen; der Raum über derselben steht durch ein seitliches Glasrohr, welches mit einem Glashahn versehen ist, ebenfalls mit der Geissler'schen Röhre in Verbindung. Dieser Hahn des seitlichen Rohres wird während des Auspumpens offen gelassen, bis das gewünschte Vakuum beinahe erreicht ist; alsdann wird er geschlossen und durch weiteres Pumpen die Schwefelsäure gehoben. Werden jetzt die Elektroden der Röhre mit den Polen eines Hochspannungsakkumulators von 1250 Volt verbunden, so geht eine Entladung durch die Röhre, welche eine Erwärmung verursacht; die Temperaturerhöhung ergiebt sich aus dem Fallen der Manometersäule zu 20°.

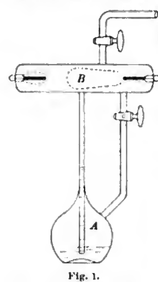


Fig. 1.

Nun hat Warburg gezeigt, dass die Wärmeleitung eines Gases unter niedrigem Druck eine derartig schnelle ist, dass sich in einem Bruchtheil einer Sekunde ein Temperaturausgleich herstellt. Bei einer intermittirenden Entladung hätte man also ein Steigen und Fallen der Temperatur im Takte der Unterbrechungen zu erwarten. Um diese Schwankungen zu zeigen, wird ein Apparat konstruirt, welcher an das Variometer für Luftdruckschwankungen von v. Hefner-Alteneck (*diese Zeitschr.* **16.** *S. 157. 1896*) erinnert. An eine Geissler'sche Röhre ist ein U-förmiges Manometerrohr angeblasen; in den horizontalen Theil desselben ist ein Tropfen Schwefelsäure gebracht, der nach dem Auspumpen durch passende Erschütterung des Manometers zertheilt werden kann. Lässt man jetzt die Entladungen eines Ruhmkorff'schen Induktoriums durch die Röhre gehen, so gerathen die durch die Gasblase getrennten Tropfen in schwingende Bewegung.

Um nun die Temperaturerhöhungen an einer bestimmten Stelle der Röhre zu messen, wurde ein Bolometerdraht in die Röhre eingeschmolzen. Als Bolometerdraht diente ein 2 *cm* langer, spiralförmig aufgewundener Platiniridiumdraht von 0,035 *mm* Durchmesser oder ein Lummer'sches Platinblech von 1,5 *cm* Länge, 1 *mm* Breite und 0,001 *mm* Dicke. Die Uebereinstimmung der mit dem Draht und dem Platinblech erhaltenen Resultate lässt erkennen, dass der Draht die Temperatur des Gases hinreichend genau annimmt. Zunächst versicherte man sich in einfacher Weise, dass wirklich nur die Widerstandsänderung des

Fig. 2.

Drahtes den Galvanometerausschlag hervorrief. Bei den meisten Versuchen war die Röhre mit Stickstoff gefüllt, welcher nach der von Hittorf angegebenen Methode hergestellt war; die Messungen wurden bei verschiedenem Druck und verschiedener Stromstärke des Entladungsstromes in dem nicht geschichteten Anodenlicht vorgenommen. Die Temperaturerhöhungen betragen 11° bis 73° und stimmen ziemlich gut mit theoretischen Berechnungen, die Warburg ausgeführt hat, überein. Wurde durch Stromumkehr das Bolometer in den dunkeln Raum zwischen positivem und negativem Theil der Entladung gebracht, so betrug die Temperaturerhöhung nur 9° bis 19°.

Um nun den Bolometerdraht durch die ganze Röhre hindurchführen zu können, wurde der folgende Apparat konstruirt (Fig. 2[1])). An eine Geissler'sche Röhre ist eine vertikale Röhre *A* von 1 *cm* Durchmesser und 80 *cm* Länge angesetzt; dieselbe ist mit Quecksilber gefüllt und taucht in ein tiefes Gefäss mit Quecksilber. In der Achse von *A* befindet sich der eine Schenkel einer U-förmig gebogenen Glasröhre *C*. In derselben liegen die beiden isolirten Zuführungsdrähte aus Kupfer, die in Platindrähten endigen. Letztere sind in das Glas eingeschmolzen und tragen den Bolometerdraht. Der andere Schenkel des U-Rohres ragt aus dem Quecksilbergefäss hervor und trägt einen Zeiger *F*, durch den man an einer Millimeterskale die Stellung des Bolometerdrahtes in der Röhre ablesen kann. Die Temperaturvertheilung ist durch Kurven dargestellt und lässt sich kurz dahin zusammenfassen:

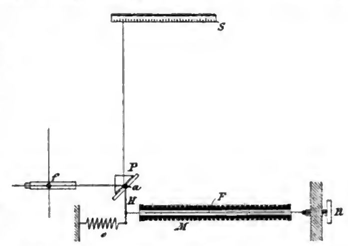
Positives Licht:	Mittlerer Potentialabfall,	mittlere Temperatur
Dunkle Entladung:	Geringer „	niedrige „
Negatives Licht:	Starker „	hohe „ .

E. O.

Ueber eine Methode zur Bestimmung der Wechselzahl oszillirender Ströme.

Von G. W. Meyer. *Elektrotechn. Zeitschr.* **18.** *S. 47. 1897.*

Der von Meyer beschriebene Apparat soll vornehmlich der Messung von Wechselströmen hoher Wechselzahl dienen, bei denen die üblichen Methoden versagen. Befindet sich ein Eisenkern in einem Solenoïd, das von Wechselströmen durchflossen wird, so tritt eine Erwärmung des Kernes ein, die durch die induzirten Wirbelströme und den Hysteresisverlust bei den zyklischen Magnetisirungsprozessen hervorgerufen wird. Giebt man dem Kern einen hinreichend kleinen Durchmesser, so können Wirbelströme nicht zu Stande kommen; die Erwärmung und damit auch die Temperaturerhöhung des Drahtes ist in diesem Fall der Zahl der Magnetisirungszyklen pro Sekunde proportional.



In der Figur ist *F* ein Stahldraht, der sich im Kraftfelde des vom Wechselstrom durchströmten Solenoïds *M* befindet. Das Ende des Drahtes ist an einem Hebel *H* befestigt, der durch die Feder *e* den Draht gespannt erhält und in seinem Drehpunkt *a* mit dem totalreflektirenden Prisma *P* starr verbunden ist. Mit Fernrohr und Skale wird auf diese Weise die durch die Temperaturerhöhung bewirkte Ausdehnung des Drahtes und damit die Wechselzahl gemessen.

Zur Bestimmung der Proportionalitätskonstanten des Apparates giebt Meyer eine Theorie, die nicht zutreffend ist. Hopkinson hat für die von Meyer benutzte Stahlsorte die bei einem vollständigen Magnetisirungsprozess pro cm^3 verbrauchte Energie in *Erg* gemessen. Aus dieser Zahl berechnet nun der Verfasser in einfacher Weise die Temperaturerhöhung, die der Draht bei einem Magnetisirungszyklus erfährt. Durch Multiplikation mit

[1]) Aus *Elektrotechn. Zeitschr.* **17.** *S. 751. 1896.*

der Zahl der magnetischen Zyklen pro Sekunde glaubt er dann die durch das Instrument angezeigte Temperaturerhöhung zu messen; thatsächlich bedeutet diese Zahl aber nichts, als die in einer Sekunde auftretende Temperaturerhöhung für den Fall, dass keine Wärmeverluste eintreten. Dagegen misst man thatsächlich den Ueberschuss der durch Magnetisirung erzeugten Wärme über die durch Leitung und Strahlung bedingten Verluste. Wollte man aus den Konstanten des Apparates die Wechselzahl bestimmen, so könnte dies nur durch eine kalorimetrische Methode geschehen, wie sie zuerst von Warburg und Hönig (*Wied. Ann.* **20.** *S. 814. 1883*) angegeben wurde. Trotzdem kann das Instrument ein werthvoller Apparat zur Messung hoher Wechselzahlen werden, wenn es, ähnlich wie bei den bekannten Hitzdrahtstrommessern, sorgfältig kalibrirt worden ist.

Messungen mit dem Apparate hat der Verfasser nicht mitgetheilt; die Arbeit ist als eine vorläufige bezeichnet, in der es ihm hauptsächlich darauf ankam, „einen neuen Weg zur Bestimmung der Wechselzahl oszillirender Ströme anzudeuten". *E. O.*

Das Streckenmessen in polygonalen Zügen.

Von Ingenieur A. Tichý. *Zeitschr. d. Oesterr. Ing. und Arch. Vereins* **48.** *S. 413 u. 429. 1896.*

Der um die Verfeinerung der optischen Entfernungsmessung vielfach bemühte Verfasser betont im Eingang, dass die Polygonseiten mit so grosser Genauigkeit gemessen werden müssen, dass die bis jetzt vorhandenen Instrumente nach seiner Ansicht hierfür nicht ausreichen, sodass vorläufig nur direkte Messung übrig bleibt, an deren seitherigen Methoden übrigens der Verf. allerlei auszusetzen findet. Insbesondere soll mit dem (an beiden Enden freihändig gehaltenen!?) Stahlmessband „selbst in günstigem Terrain" in der Regel eine über $^1/_{1000}$ hinausgehende Genauigkeit nicht erreicht werden. Es werden aber nur Wenige geneigt sein, den Vorschlägen des Verf. zu besserer Stahlbandmessung zu folgen. Was nun aber die optische Distanzmessung angeht, so scheint nach dem Verf. der „klare Einblick in das innerste Wesen" dieser „Kunst" „dermalen noch nicht so recht Gemeingut der technischen Welt" zu sein. Er schliesst dies daraus, dass die Ingenieure sich mit den bis jetzt vorhandenen Instrumenten begnügen. Abermals ein Beispiel zu der hier üblichen Vermengung zweier Dinge, die nichts oder wenig mit einander zu thun haben: der *topographischen* Tachymetrie des Ingenieurs und Topographen, bei der es auf alles eher als auf „Genauigkeit" ankommt, und den Bestrebungen, die vor allem die Genauigkeit der Distanzmessung in den Vordergrund stellen müssen. Die Präzisionsepoche, die der Verf. in seinem historischen Ueberblick mit Porro abschliesst und nach der, mit dem Eintritt der Epoche der allgemeinen grossen Eisenbahn-Bauthätigkeit, „Ziele und Zwecke des Fadendistanzmessers plötzlich in eine andere, von den Intentionen Reichenbach's und seiner Vorgänger sehr verschiedene Richtung gerathen" sind, ist eben durch diese, für Vorarbeiten und die ganze topographische Tachymetrie viel wichtigere Richtung in sehr leicht verständlicher Weise abgelöst worden, wenn man auch die Vernachlässigung der zweiten (ursprünglichen) „Richtung", den „allgemeinen Verfall" der „Distanzmesskunst", bedauern kann: es waren eben in jener Zeit *andere* Fragen der Tachymetrie zu lösen als ihre Anwendung auf Katastermessungen oder auf die Seiten von Polygonzügen zu Bauingenieurzwecken. Diese Seiten mass man direkt mit Latten und nivellirte die Linie dann getrennt von der Horizontalmessung, und diese Trennung der Arbeit für den grundlegenden Zug ist heute noch zu empfehlen; oder will der Verf. das Nivelliren auch hier entbehrlich machen? Wenn nicht, ist dann Horizontalmessung + Nivellement so sehr an Arbeitsaufwand verschieden, ob man die Zugseiten direkt oder optisch misst? Für die tachymetrisch zu messenden Höhenpunkte der (Flächen-) Höhenaufnahmen aber sind feine, „genaue" Distanzmessungs-Instrumente nicht allein nicht wünschenswerth, sondern vielfach unbrauchbar, *hier* kommt es *nicht* in erster Linie auf Genauigkeit an. — In der Folge bringt dann der Verf. für den Präzisions-Fadendistanzmesser sehr ausführliche Erörterungen über zusammengehörige, für jeden Fall zweckmässigste Fadenstärke, Vergrösserung, Oeffnung und Objektivbrennweite im Fernrohr mit z. B. folgendem Ergebniss: Faden-(Strich-) Stärke $1^1/_2$ μ, Vergrösserung 29, Oeffnung 39 *mm*, Fokus 56 *cm* (also abgekürztes Fern-

rohr zu verwenden). Die vom Verf. bevorzugten sehr kleinen Faden- (Strich-) Stärken hält Ref. in manchen Fällen für mindestens unbequem, z. B. für Polygonmessung im Wald (selbst in Lichtungen). Dass sich ferner die „Ingenieurpraxis“ mit logarithmischen Lattentheilungen, allgemein gesprochen, bald befreunden werde, glaube ich nicht; die Erfahrungen von schon jetzt mehreren Jahrzehnten sprechen dagegen. — Als erster Theil des „mit Rücksicht auf die Adaptirung bestehender Instrumente neu konstruirten, qualifizirten Fadendistanzmessers“ des Verfassers wird dann ein Glasmikrometer vorgeführt, auf das ich hier vorläufig nicht eingehen will; es wird abzuwarten sein, bis dieses Mikrometer und die zugehörige logarithmische Latte ausgeführt sind und bis der Praxis entnommene Messungsresultate vorliegen (*hier* kann der im nachstehenden Referat besprochene Temperatureinfluss eine grosse Rolle spielen), ehe ein Urtheil über dieses qualifizirte Instrument möglich ist. Ref. leugnet nicht, dass er den in Aussicht gestellten weitern Mittheilungen des Verf. mit Interesse entgegensieht. — Unterlassen möchte ich auch nicht zu erwähnen, dass der Verf. am Schluss ausdrücklich betont, dass es niemals seine „direkte Intention war, die landläufigen Methoden der rohen Terrainkotirungs-Tachymetrie zu verbessern“, sondern dass seine auf „Veredlung der optischen Distanzmesskunst gerichtete Spekulation“ (— diese und die vorhergehenden wörtlichen Anführungen als Specimen der Sprache des Verfassers —) auf den Beweis ausging, dass die optische Distanzmessung noch für viele Aufgaben mit Nutzen angewandt werden könnte, in denen sie bis jetzt „wegen der konventionellen Mängel des landläufigen Instrumenten-Inventars“ versagt. Man kann und wird dies dem Verf. gern zugeben; lasse er aber neben seiner Veredlungsspekulation nur auch jene roheren Methoden direkt oder indirekt bestehen, ja lasse er sie z. Th. weiter verrohen! Jene rohe, von der Höhe der Distanzmess-*Kunst* aus als Banausen-Arbeit erscheinende Tachymetrie ist ebenso nothwendig, ja — ich hoffe den Verf. nicht zu erschrecken, wenn ich sage —, sie war für die letzten Jahrzehnte und ist für die nächsten Jahrzehnte immer noch zunächst nothwendiger und wichtiger, als die weitere Veredlung einer *andern* Seite der optischen Distanzmessung. *Hammer.*

Beobachtungen über die durch die Temperaturveränderungen hervorgerufenen Fehler geodätischer Instrumente.

Von F. A. Aimo. *Compt. rend.* **122.** *S. 1323. 1896.*

Der Aufsatz beschäftigt sich mit der Veränderung der Empfindlichkeit oder besser Beweglichkeit der Libellenblase infolge grösserer Temperaturveränderungen (bei hohen Temperaturen sind bekanntlich die dann kleinen Blasen sehr träge) und mit den Einflüssen hoher Temperaturen (strahlender Wärme) auf die geodätischen Feldinstrumente überhaupt. Von einem Nivellement mit gut untersuchtem Instrument und gleich langen Rück- und Vorblicken (die allerdings 100 *m*, d. h. nach unsern Begriffen zu lang waren) bei Anwendung aller Vorsichtsmaassregeln ausgeführt (schönes Wetter, gute Senkrechtstellung der Latte, sehr feste Wechselpunkte) wird berichtet, dass der Unterschied zwischen den Resultaten Mittags und Abends auf derselben Kilometerstrecke oft 25 *mm* erreicht habe. Der Verf. möchte diesen Betrag vorzugsweise äussern Umständen, vor allem der Wärmewirkung zuschreiben; die „Legende“ der Nivellements von mehreren hundert *km* Länge, deren Ergebnisse auf wenige *cm* übereinstimmen, müsse verschwinden. Dass die Fehlerquellen, die durch starke Erhitzung der geodätischen Feldinstrumente entstehen, oft nicht genügend gewürdigt werden, ist zweifellos; dass der Verf. ihre Wirkung überschätzt, aber wohl ebenfalls. *Hammer.*

Zur Geschichte der Schiebetachymeter.

Von Ing. Puller. *Zeitschr. f. Vermess.* **25.** *S. 375. 1896.*

Verf. beschreibt ein Instrument zur unmittelbaren Ablesung von horizontaler Entfernung und Höhe von Geometer Kiefer, das älter zu sein scheint (1865) als Wagner's Tachygraphometer (1868) und als Kreuter's Schnellkotir-Instrument (Anfang der 70-er Jahre). Das Instrument ist seiner Zeit von Breithaupt & Sohn in Cassel ausgeführt worden; das abgebildete Instrument stammt allerdings erst aus dem Jahr 1873. *Hammer.*

Neu erschienene Bücher.

Leo Grunmach, Lehrbuch der magnetischen und elektrischen Maasseinheiten, Messmethoden und Messapparate. gr. 8°. XVI, 632 S. mit 342 Holzschnitten und vielen Tabellen. Stuttgart, F. Enke. 1895. Preis 16,00 M.

Das Lehrbuch ist aus den Vorlesungen hervorgegangen, die der Verfasser über den im Buch behandelten Gegenstand an der Technischen Hochschule zu Charlottenburg gehalten hat, und ist für Studirende der Elektrotechnik bestimmt, die sich die Grundzüge der messenden Physik aneignen wollen. Es lehnt sich in vielen Beziehungen an das bekannte ausführliche Lehrbuch von Kittler an; aus Kittler stammt auch ein sehr grosser Theil der Figuren, die in grosser Menge beigegeben sind.

Nachdem in den ersten drei Kapiteln die Fundamentaleinheiten definirt und der Aufbau des absoluten Maasssystems an den Einheiten der Mechanik erläutert ist, werden in den folgenden beiden Kapiteln die magnetischen Maasseinheiten und Messmethoden behandelt; in derselben Anordnung folgt dann die Elektrostatik. Die nächsten Kapitel behandeln die elektromagnetischen Maasseinheiten und Messmethoden. Dabei sind besondere Kapitel der Strommessung, der Messung von Widerständen, von elektromotorischen Kräften, von Kapazitäten und Induktionskoëffizienten gewidmet. Das Schlusskapitel behandelt die gegenseitigen Beziehungen der verschiedenen elektrischen Maasssysteme. Als Anhang ist ein Abschnitt über Photometrie hinzugefügt.

In der Darstellung hat der Verfasser im Allgemeinen den historischen Weg eingeschlagen und ist hierin nach Ansicht des Referenten theilweise zu weit gegangen. Am störendsten tritt dies im Kapitel über Magnetismus hervor. Das magnetische Fluidum ist hier die Grundanschauung, von der ausgegangen wird und aus der die magnetischen Begriffe abgeleitet werden; erst ganz zum Schluss wird auf die „Analogie zum Ohm'schen Gesetz“ hingewiesen und gewissermaassen als Anhängsel der wichtige Begriff des magnetischen Kreises definirt, ohne dass seine Anwendbarkeit weiter erläutert wird. Auf die Einführung des Begriffs der „Entmagnetisirung“, die gewiss jedem Elektrotechniker bekannt sein sollte, ist ganz Verzicht geleistet. Von den magnetischen Messmethoden sind alsdann etwa 30 Seiten der Bestimmung der erdmagnetischen Elemente eingeräumt; die für Techniker so überaus wichtigen Bestimmungen von Magnetisirungskurven sind auf 6 Seiten abgehandelt. Die Quincke'sche Manometermethode und die Messungen mittels einer Wismuthspirale sind am ausführlichsten behandelt, die ballistische und die magnetometrische Methode ist nur kurz angedeutet, dagegen fehlt ganz die Jochmethode, wonach jetzt wohl die meisten Messungen in der Praxis ausgeführt werden, und die du Bois'sche Waage, deren Einführung sich mehr und mehr verbreitet.

Demgegenüber ist anzuerkennen, dass in anderen Kapiteln die Darstellung bis zu den neuesten Konstruktionsformen durchgeführt ist und die Werthe der Konstanten den neuesten und besten Beobachtungen entnommen sind. *E. O.*

P. Jannasch, Praktischer Leitfaden der Gewichtsanalyse. gr. 8°. XII, 314 S. m Abbildgn. Leipzig, Veit & Co. Geb. in Leinw. 6,50 M.

Poggendorff's Handwörterbuch z. Gesch. d. exakten Wiss. 3. Bd. 2. bis 6. Lfg. Leipzig, J. A. Barth. Je 3,00 M.

S. P. Thompson, Die dynamoelektr. Maschinen. 5. Aufl. 6. u. 7. Heft. Halle, W. Knapp. Je 2,00 M.

W. Bersch, Handbuch d. Maass-Analyse. Umfassend das gesammte Gebiet d. Titrirmethoden. 8°. XVI, 536 S. m. 69 Abbildgn. Wien, A. Hartleben. 7.20 M.; geb. 8,00 M.

Fortschritte der Physik im J. 1895. Dargestellt von der physikal. Gesellschaft zu Berlin. 51. Jahrg. 2. Abth. gr. 8°. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn.

2. Physik des Aethers. Red. v. R. Börnstein. XLVII, 843 S. 30,00 M.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktionskuratorium:

Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender, Prof. Dr. **A. Westphal**, geschäftsführendes Mitglied, Prof. Dr. **E. Abbe**, Dr. **H. Krüss**.

Redaktion: Dr. St. Lindeck in Charlottenburg-Berlin.

XVII. Jahrgang. **März 1897.** Drittes Heft.

Ueber ein hochempfindliches Quadrantenelektrometer.

Von

F. Dolezalek.

(Mittheilung aus dem Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie zu Göttingen.)

Vor Kurzem haben Herr Professor Nernst und ich[1]) eine neue Form des Quadrantenelektrometers beschrieben, die man passend als *Säulenelektrometer* bezeichnen kann, weil bei ihr eine kleine, an einem Quarzfaden aufgehängte trockene Säule als Elektrometernadel dient. Da die Versuche jetzt zum Abschluss gelangt sind und günstige Resultate geliefert haben, so will ich an dieser Stelle eine eingehendere Beschreibung dieses Instrumentes geben, und zwar zuerst seiner mechanischen Konstruktion, sodann seiner Konstanten und der Messungsmethoden. Das Instrument wird in den Werkstätten für Präzisionsmechanik und Optik von Herrn Bartels in Göttingen in zwei konstruktiv von einander verschiedenen Modellen ausgeführt.

Modell I.

(Fig. 1 bis 4, $^1/_2$ nat. Grösse.)

Wie bereits *a. a. O.* auseinandergesetzt, beruht der Hauptvorzug unseres Elektrometers, nämlich seine grosse Empfindlichkeit, darauf, dass jede Zuleitung zu den Elektrometernadeln vermieden ist, indem der Ladungsapparat in Form einer trockenen Säule selbst zur Aufhängung gelangt.

Die ersten Versuche, als Ladungsapparat eine kleine trockene Säule aus Gold- und Silberpapierblättchen zu verwenden, scheiterten daran, dass die Spannung derartiger Säulen sehr schnell mit der Grösse der Blättchen abnimmt[2]). Erst als ich die in ihrer Entwickelung gegenüber den galvanischen Elementen ziemlich vernachlässigte trockene Säule dadurch wirksamer machte, dass ich das inkonstante Element Zinn-Kupfer durch ein Element mit kräftigem Depolarisator ersetzte, nämlich durch die Kombination Zinn-Bleisuperoxyd (letzteres elektrolytisch dargestellt), war die Möglichkeit gegeben, hinreichend kleine und doch kräftige Säulen herzustellen. (Näheres siehe *a. a. O.*) Die Spannung derselben zeigte sich in der That fast ganz unabhängig von der Grösse der Blättchen; eine Säule von nur 1 *mm* Durchmesser gab am Goldblattelektroskop einen nur wenig kleineren Ausschlag als eine solche von gleicher Plattenzahl und 2 *cm* Durchmesser, woraus zu schliessen ist, dass die

[1]) *Zeitschr. f. Elektrochemie* **3.** *S. 1. 1896; Elektrotechn. Zeitschr.* **17.** *S. 471. 1896.*

[2]) Hierauf dürfte auch der Misserfolg der Versuche des Herrn Boys (*Nature* **44.** *S. 262. 1891*) zurückzuführen sein. Die Säule schwebte in horizontaler Lage in den Quadranten, war also mit grosser Trägheit behaftet. Die Angaben des Instrumentes waren ganz unzuverlässig, die Empfindlichkeit nur $^1/_{200}$ derjenigen von Modell I. Boys ging daher später von der Verwendung einer trockenen Säule wieder ab.

mangelhafte Wirkung der Zamboni'schen Säulen vorzüglich in ihrer Polarisation begründet ist. Die Bleisuperoxyd-Säule besitzt ausserdem die 10- bis 20-fache Spannung der Gold-Silberpapiersäulen und ersetzt diese daher auch für andere Zwecke überall da mit Vortheil, wo es auf kräftige und konstante Wirkung ankommt. In dem Glastechnischen Institut von L. Müller-Unkel in Braunschweig werden gegenwärtig solche Säulen in verschiedenen Grössen hergestellt.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich, besteht die bei dem Elektrometer verwandte Form der Säule S aus einem innen und aussen gut mit Schellack überzogenen Glasröhrchen g, in welches die Papierscheibchen mittels einer einfachen mechanischen Vorrichtung in verhältnissmässig kurzer Zeit eingefüllt werden können. An den Enden ist das Röhrchen durch zwei unter Pressung eingekittete Aluminiumstifte s verschlossen, an welchen mittels kleiner Aluminiummuttern die beiden Quadrantennadeln N_1 und N_2 in horizontaler Lage befestigt sind. Die Säule selbst hängt vertikal, um ihr Trägheitsmoment möglichst herabzudrücken. Der Ablesespiegel l war bei den ersten Versuchen an einer über die Röhre geschobenen Aluminiumfassung befestigt. Da jedoch die hierdurch bedingte geringe Schiefstellung der Säule schon eine merkliche Vergrösserung der Trägheit verursachte, werden gegenwärtig die Säulen in der Mitte getheilt und die Theile durch ein Aluminiumstück f leitend verbunden; dieses ist für den Spiegel so ausgeschnitten, dass die Masse des Ganzen um die Drehachse gleichmässig vertheilt ist. Die Säule ist 9 bis 10 *cm* lang. Bei den ersten Versuchen benutzte ich Säulen von 4 *mm* Durchmesser, die jedoch ein grosses Trägheitsmoment und eine unbequem grosse Schwingungsdauer zeigten. Säulen von nur 1 *mm* Durchmesser waren deshalb unzweckmässig, weil sie sich in Folge der geringsten Unsymmetrie in der Massenvertheilung schief stellten, auch liess die Konstanz der Ladung zu wünschen übrig. Die günstigsten Resultate ergaben Säulen von etwa 3 *mm* Stärke, deren Gewicht mit Spiegel und Nadeln nur etwa 1,5 *g* beträgt.

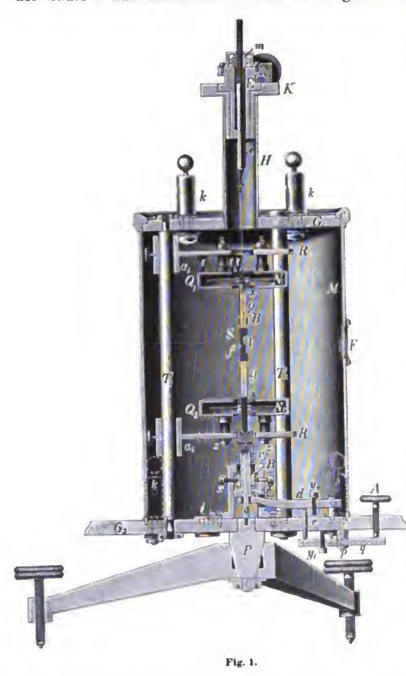


Fig. 1.

Die Quadrantennadeln (N_1 und N_2) sind aus Aluminiumblech von 0,08 *mm* Dicke in der bekannten Maxwell'schen Form ausgeführt; sie schweben in den Qua-

drantenschachteln Q_1 und Q_2, welche aus einem Stück ausgefräst sind. Um letztere behufs Einsetzung der Säule leicht auseinandernehmen zu können und um ihnen eine unveränderliche und gut isolirte Lage zu sichern, wird jeder Quadrant mittels einer isolirten Zugschraube *z* gegen drei kegelförmige Hartgummistifte *t* (in Fig. 1 nur an einem der oberen Quadranten gezeichnet) gepresst, welche in die Messingringe *R* eingeschraubt sind. Fig. 2 (Grundriss bei abgehobener Verschlussplatte G_1) zeigt die Lage der Zugschrauben und Stifte deutlicher. Wesentlich ist es, dass die Quadranten genau in einer Ebene liegen, die zwölf Stifte einer jeden Quadrantenschachtel müssen daher nach ihrer Befestigung auf Ring *R* gleichzeitig auf der Drehbank abgerichtet werden. Zur Einstellung der Nadeln in die Mitte der Quadranten sind die Ringe *R* mit Ansätzen a_1 a_2 a_3 versehen, welche durch die Messingstangen T_1 T_2 T_3 geführt werden. Eine der Stangen (z. B. T_1) ist besonders genau gearbeitet mit sammt der röhrenförmig verlängerten Führung a_1. Durch sie wird den Quadranten eine genaue horizontale Lage gesichert, während die Ansätze a_2 und a_3 nur ein seitliches Verschieben verhindern und nach Anziehen der zugehörigen Schrauben dem Ganzen eine stabilere Lage verleihen sollen.

Die Führungsstangen dienen gleichzeitig als Träger für die obere Verschlussplatte G_1 des Apparates. In G_1 und G_2 (Grundplatte) sind je vier durch Ebonitmuffen isolirte Klemmschrauben *k* eingesetzt, die mit den Quadranten durch in der Fig. 1 nicht gezeichnete Messingdrähte verbunden sind. Um die Zuleitungen zu den unteren Quadranten durch das Gehäuse hindurchzuführen, sind die Isolirungen *i* angebracht. Im Zentrum der Deckelplatte ist das Aufhängerohr *H* mit dem Torsionskopf *K* montirt, beide aus Messing. Die Höheneinstellung der Suspension geschieht durch die Kugelmutter *m*; die Leiste *e* verhindert die Verdrehung der Höhenschraube. Um den Quadrantennadeln die richtige Stellung innerhalb der Quadranten zu geben, wird der eingeschliffene Einsatz *E* mit Hülfe der Schraube ohne Ende *h* präzis verstellt. Zur bequemen Einziehung eines neuen Fadens lässt sich *E* herausnehmen; die Torsionsschraube *h* wird zu diesem Zweck nach Lösung eines in der Figur nicht sichtbaren Schräubchens seitlich von der Mutter abgeschoben. Die Befestigung des Quarzfadens an der Höhenschraube geschah anfangs durch eine genau gearbeitete Klemme; da jedoch diese Befestigungsweise wegen der äusserst geringen Stärke des Quarzfadens Vielen Schwierigkeiten bereitet, so benutzen wir jetzt die einfachste Befestigung mittels zweier Aluminiumhäkchen. Das Ankitten des Quarzfadens an dieselben macht nur geringe Mühe. Die bei dieser Anordnung bestehende Gefahr des Gleitens der Häkchen in einander wird leicht durch Anwendung eckiger Formen umgangen.

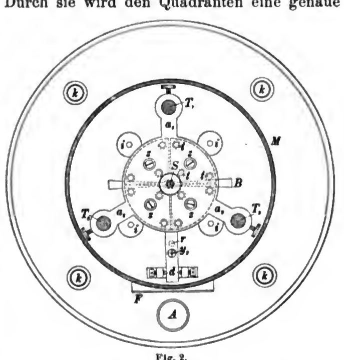


Fig. 2.

Zum Schutz gegen Luftzug und elektrostatische Störungen ist der ganze Apparat mit einem zylindrischen und nach oben leicht abhebbaren Messingmantel *M* verschlossen, welcher das Ablesefenster *F* trägt. Das über die Verschlussplatte

greifende Gesimse *c* und eine in die Grundplatte eingedrehte Nuth sichern einen genügend dichten Abschluss.

Eine recht schwierige Aufgabe war es, für die Arretirung des Apparates eine passende Konstruktion zu finden. Die bei den Galvanometern gebräuchlichen Anordnungen konnten nicht verwandt werden, weil die Quarzfäden nicht nur gegen Zug, sondern auch gegen Biegungsbeanspruchungen sehr empfindlich sind und die Säule durch die Arretirung in absolut isolirter Stellung gehalten werden muss. Dieses Problem ist durch den Mechaniker unseres Instituts, Herrn Schlüter, in folgender sinnreicher Weise auf das vollkommenste gelöst worden. Fig. 3 zeigt einen normal gegen Fig. 1 gelegten vertikalen Schnitt durch die wesentlichsten Theile dieser Arretirung und den zugehörigen Grundriss. Die Säule *S* wird zuerst von unten ein wenig angehoben und dann seitlich oberhalb des Spiegels durch zwei Arme *B* gefasst.

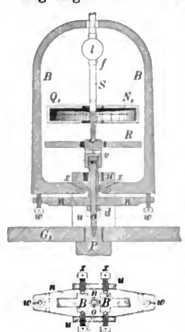


Fig. 3.

Beide Bewegungen werden durch Verstellen der ausserhalb des Gehäuses befindlichen Schraube *A* (Fig. 1) ausgeführt. Ein um *p* drehbarer Hebel *q* überträgt nämlich die Bewegung der Schraube *A* unter Vermittlung des Stiftes *r* auf den im Innern des Apparates befindlichen einarmigen Hebel *d*, welcher seinerseits die auf dem Stift *o* geführte Hülse *n* und mit ihr zugleich die zwischen den Messingbacken *u* gleitende Schiene *n* in die Höhe schiebt. An dem oberen Ende der Hülse ist der Ebonitstift *v* angeschraubt, der bei der Arretirung die Säule von unten anhebt, während die Schiene *n* (Fig. 3) durch die Schrauben *w* die um Spitzenschrauben *x* drehbaren Arme *B* fasst und dieselben seitlich an die Säule anlegt. Das gleichzeitige Angreifen beider Arme wird durch die Schrauben *w* (Fig. 3) eingestellt, während die Schraube y_1 (Fig. 1) ein zu starkes Anpressen der Arme gegen die Säule, und y_2 ein zu weites Auseinandergehen derselben bei Lösung der Arretirung verhindert. Die Hubhöhe wird durch Verschrauben des Hartgummistiftes *v* genau regulirt.

Die beschriebene Arretirung macht das Instrument trotz der geringen Haltbarkeit des Quarzfadens ebenso transportabel wie ein gut arretirtes Galvanometer. Beispielsweise blieben bei der Versendung zweier Instrumente (Modell I u. II) als Personengut von Göttingen nach Stuttgart beide Quarzfäden unversehrt. Die Arretirung wird bei Herstellung des Instrumentes für die zugehörige Säule gleich ein für alle mal eingestellt.

Um auch die Arbeit des Einsetzens eines neuen Quarzfadens nach Möglichkeit zu erleichtern, werden Quarzfäden mit angekitteten Aluminiumhäkchen geliefert, welche auf eine Tragfähigkeit von 3 *g* geprüft sind[1]). Das Einziehen eines neuen Fadens ist dann sehr schnell in folgender Weise ausgeführt. Die Säule wird arretirt, der Mantel abgehoben und der Quarzfaden an die mit dem Einsatz *E* herausgenommene Höhenschraube angehängt. *E* wird wieder eingesetzt und durch Höhenverstellung mittels Mutter *m* das untere Quarzfadenhäkchen so in den oberen Haken der Säule eingehakt, dass diese sich bei Entarretirung nur um etwa 1 *mm* senken kann.

[1]) Solche mit Häkchen versehene und geprüfte Quarzfäden (aus Bergkrystall hergestellt) können von Hrn. Mechaniker Schlüter oder Hrn. Mechaniker Bartels (Göttingen) zum Preise von 6 M. pro Dutzend (incl. Verpackung), Quarzfäden zum Selbstankitten zum Preise von nur 4 M. pro 100 Stück bezogen werden.

Das so gefürchtete Einziehen eines Quarzfadens bietet so nicht grössere Schwierigkeiten als etwa das Einziehen eines Cocons in ein Galvanometer. Gebrauchsfertig macht man das Elektrometer, indem man nun die Arretirung löst, das Instrument senkrecht stellt (Visirung längs der Quadrantenschnitte), den Schutzmantel überschiebt (vorher arretiren!), die Quadranten kurz schliesst und bei gelöster Arretirung die Säule mittels der Schraube *h* in die richtige Lage dreht.

Für die Konstanz der Empfindlichkeit ist es erforderlich, in das Instrument ein metallenes *Chlorcalciumgefäss* zu setzen. Das ganze Instrument ruht auf einem Dreifuss und ist vermöge des Konus *P* um seine Achse drehbar. — Preis 250 M.

Modell II.

(Fig. 4 bis 8, 1/2 nat. Grösse.)

Das oben beschriebene Präzisionsinstrument dürfte für manche Zwecke unnöthig theuer sein; ich habe deshalb dem Säulenelektrometer noch eine zweite einfachere und billigere Form gegeben, die in vielen Fällen, vorzüglich als Nullinstrument, hinreichend gute Dienste leisten wird. Natürlich geschah diese Vereinfachung auf Kosten der Empfindlichkeit und Güte. Die Quadrantenschachteln des Modell I sind hier, analog dem Edelmann'schen Elektrometer, durch vier Röhrensegmente (Fig. 6) ersetzt. Je zwei gegenüberliegende Segmente sind durch einen Ring *R* mit einander verbunden. Die beiden Theile der Röhre werden durch eine einige zehntel *mm* breite Spalte (in der Fig. breiter gezeichnet) von einander getrennt und durch einen übergeschobenen Hartgummiring *H* (Fig. 4 und 8) in isolirter Lage erhalten.

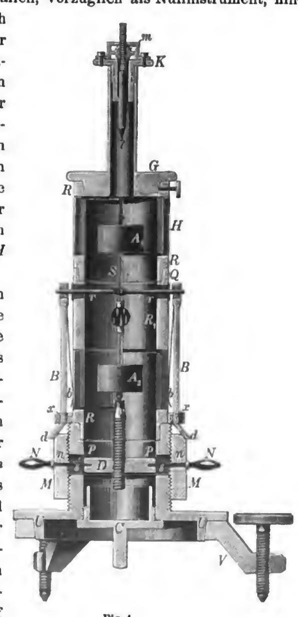
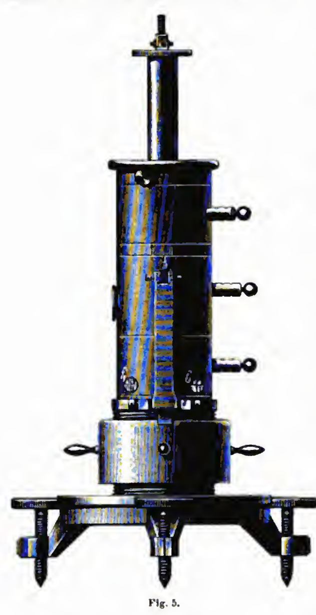


Fig. 4.

Innerhalb zweier solcher durch einen verbreiterten Ring R_1 zu einer einzigen Röhre verbundenen Segmentpaare schwebt die trockene Säule *S*, die an ihren Polen als Nadeln A_1 und A_2 Z-förmig gebogene Aluminiumblechstreifen (0,08 *mm* stark) trägt. (Ansicht Fig. 4, Schnitt Fig. 7 und 8.) Im Uebrigen unterscheidet sich die Säule nicht von der oben beschriebenen. Die Nadeln sind 15 *mm* hoch und stehen in der Breite eines Segmentes in einem Abstand von 2 *mm* der Röhrenwand gegenüber, wodurch gute Proportionalität der Ausschläge erzielt wird. Festigkeit gegen Verbiegung erhalten die Nadeln durch Umlegen des Blechrandes. Werden die beiden von einander isolirten Theile eines Quadranten auf verschiedenes Potential gebracht, so erhält die Nadel A_1 einen bestimmten Drehungsimpuls (vgl. die schematische Fig. 7). In gleichem Sinn wird die untere, entgegengesetzt geladene Nadel A_2 gedreht, da die zugehörigen Segmente um 90° gegen die gleich geladenen des oberen Quadranten verstellt sind.

Als oberer Verschluss des Apparates dient der konisch eingesetzte Metalldeckel *G*, welcher das Suspensionsrohr (für Coconaufhängung ist dasselbe etwa 2-mal so lang wie in der Figur dargestellt) und den Kopf *K* mit der Höheneinstellung trägt. Die Einrichtung desselben ähnelt der oben beschriebenen; die Torsionseinstellung der Nadel geschieht hier jedoch durch Verdrehen des konischen Deckels *G*, was sich bei dessen grossem Durchmesser leicht mit genügender Genauigkeit ausführen lässt. Aus einem unten zu erörternden Grunde kann der obere Quadrant gegen den unteren um einen an der Theilung 0—0 (Fig. 5) ablesbaren Betrag mittels des konischen Einsatzes *Q* (Fig. 4) verstellt werden. Die Befestigung des Quarzfadens geschieht hier ebenso wie bei Modell I durch zwei Aluminiumhäkchen.


Fig. 5.

Die Arretirungsvorrichtung dieses Modells (gleichfalls von Herrn Schlüter konstruirt), konnte weit einfacher als bei Modell I ausgeführt werden, ohne an Sicherheit zu verlieren. Die Säule wird auch hier erst von unten ein wenig gehoben und dann seitlich gefasst. Beide Bewegungen geschehen durch das Hochschrauben der grossen, mit den Griffen *N* versehenen Mutter *M*. Dieselbe hebt nämlich durch eine eingedrehte Nuth *n* (Fig. 4) mit Hülfe der Stifte *s*, welche in den Vertikalspalten *p* laufen, ein Speichenrad *D* hoch, in dessen Mitte der aus Ebonit gefertigte Hubstift *v* eingeschraubt ist. Hat letzterer die Säule ein wenig gehoben, so greift die Mutter unter die kurzen Arme *d* der um *x* in Spitzenschrauben drehbaren Hebel *B* und drückt dadurch die gabelförmig endenden Stifte *r* (durch Ebonitmuffen vom Ring R_1 isolirt) gegen die Säule. Beim Herabschrauben der Arretirungsmutter *M* entfernt sich sowohl der Hubstift *v* genügend weit von der unteren Spitze der Säule, als auch werden die Stifte *r* durch die Blattfedern *b* aus dem Apparat herausgezogen, wobei sich die verbreiterten Greifgabeln in die eingedrehten Ebonitmuffen einlegen, sodass durch die Arretirung keine störenden Richtkräfte auf die Säule ausgeübt werden können. Die Einstellung der Arretirung geschieht nach dem Abschrauben des Chlorcalciumgefässes *C* von unten durch Verschrauben des Hartgummistiftes *v*.

Zwecks Einziehung eines neuen Fadens schraubt man die Arretirung vollständig zurück, nimmt Säule und Deckel *G* heraus, hängt den Quarzfaden an die Höhenschraube und hakt das etwa 1 *cm* aus dem Suspensionsrohr heraushängende untere Quarzfadenhäkchen in die passend aufgestellte Säule ein. Das Wiedereinsetzen des Deckels mit daran hängender Säule ist unter Drehen vorsichtig auszuführen, da jede plötzliche Erschütterung den Quarzfaden zerreisst. Die genaue Höheneinstellung der

Säule geschieht nun sehr einfach dadurch, dass man durch zwei der diametral gegenüberliegenden Glimmerfenster *f* hindurchvisirt und die untere Spitze der Säule mit Hülfe der Kugelmutter *m* auf die Horizontalstriche der Fenster einstellt, für welche Höhenlage die Arretirung bei Herstellung des Instrumentes justirt ist. Die Vertikalstellung des Apparates erfolgt durch Einvisiren der unteren Säulenspitze auf

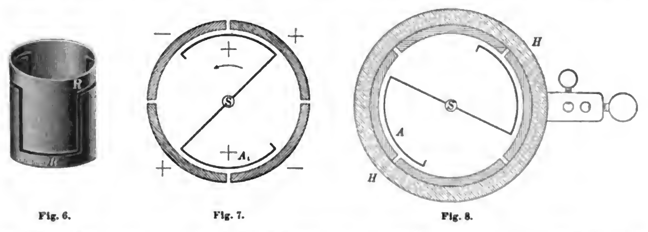


Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8.

die Vertikalstriche der beiden um 90° versetzten Fensterpaare f_1 und f_2 (Fig. 5). Die Säule lässt sich durch diese Einrichtung sehr rasch und genau in die Achse des Instrumentes einstellen. Die mit einem konischen Ring *U* (Fig. 4) versehene Grundplatte des Apparates ist in einen ringförmigen Dreifuss *V* drehbar eingesetzt. — Preis 140 M.

Konstanten.

a) *Dämpfung*: Die Dämpfungsfrage war bei der Konstruktion des Säulenelektrometers besonders schwierig zu lösen. Die Versuche mit Luftdämpfung, die nur dann hinreichend wirksam ist, wenn sich der Dämpfungsflügel in einem dicht geschlossenen Raum bewegt, scheiterten durch die starken elektrostatischen Ladungen, welche der an irgend einer Stelle der Säule angebrachte Flügel annimmt; durch diese Ladung wurde die Nadel nämlich entweder labil oder stand unter dem Zwang so grosser Richtkräfte, dass sich die Empfindlichkeit des Apparates ganz erheblich verringerte. Flüssigkeitsdämpfung war wegen der grossen und unregelmässigen Reibungswiderstände von vorneherein ausgeschlossen. Der Versuch einer elektromagnetischen Dämpfung durch über die Quadranten geschobene kleine Hufeisenmagnete missglückte ebenfalls, weil die Nadeln sich so paramagnetisch zeigten (wahrscheinlich durch geringen Eisengehalt des Aluminiums), dass sie sich nicht durch Tordiren des Quarzfadens einstellen liessen. Es blieb folglich nichts weiter übrig, als sich auf die Luftreibung der Nadeln zu beschränken. Um diese hinreichend wirksam zu machen, musste das Trägheitsmoment der Säule in der erwähnten Weise so viel wie möglich vermindert werden. Durch die oben angegebenen Dimensionen von Säule und Nadeln ist es in der That gelungen, ein mittleres Dämpfungsverhältniss von 4,5 (log. Dekrement 0,653) bei Modell I und von 3,2 (log. Dekr. 0,505) bei Modell II zu erreichen. Die Nadel des ersteren stellt sich nach etwa 4, die des zweiten nach etwa 6 Schwingungen auf die Ruhelage ein, eine Dämpfung, wie sie bei einem guten, hochempfindlichen Galvanometer zu sein pflegt.

b) *Empfindlichkeit und Schwingungsdauer*: Da die Ausschläge des Säulenelektrometers durch die Gleichheit der Drehungsmomente der elektrostatischen Kräfte mit der Torsionskraft des Quarzfadens bestimmt sind, und letztere mit der vierten Potenz des Fadendurchmessers ansteigt, so ist klar, dass die Empfindlichkeit und die Schwingungs-

dauer des Instrumentes mit der zufälligen Stärke des Quarzfadens erheblich variirt. Bei Anwendung eines Fadens von einer Tragfähigkeit des doppelten Säulengewichtes und von 4 *cm* Länge betrug die Empfindlichkeit bei dem üblichen Skalenabstand von 3 *m* für Modell I 90 *mm*, für Modell II 30 *mm* kommutirten Ausschlag für 0,01 *Volt*. Setzt man die Tragfähigkeit des Fadens seinem Querschnitt proportional, so ergiebt sich als obere Grenze der erreichbaren Empfindlichkeit etwa 360 *mm* bezw. 120 *mm* für 0,01 *Volt*. Die thatsächlich erzielten maximalen Empfindlichkeiten betrugen 150 *mm* und 93 *mm*, doch waren hierbei die Quarzfäden bei weitem nicht auf ihre volle Zugfestigkeit beansprucht. Die angegebenen Werthe für Modell I beziehen sich auf Einstellung des Instrumentes auf maximale Proportionalität der Ausschläge (Nadeln in der Mitte der Quadranten); durch Annäherung der Nadeln an die eine Quadrantenfläche liess sich die Empfindlichkeit bis auf 200 *mm* für 0,01 *Volt* steigern. Die Ablesung der zehntel Skalentheile, welche bei erschütterungsfreier Aufstellung des Instrumentes noch einen gut definirten Werth besitzen, gestattet daher noch 1.10^{-5} *Volt* bis 5.10^{-6} *Volt* nachzuweisen. Die Empfindlichkeit des Säulenelektrometers übertrifft mithin alle bisherigen Konstruktionen sehr erheblich, das gewöhnliche Thomson'sche Elektrometer um etwa das 100-fache, diejenige des Kapillarelektrometers um etwa das 20-fache. Was die Konstanz der Empfindlichkeit anbetrifft, so können hierüber noch keine genauen Angaben gemacht werden, da wegen der Versuche das Instrument nie länger als vier Wochen unverändert blieb. Während dieser Zeit zeigte es sich, dass die Empfindlichkeit nach dem Einsetzen einer neuen Säule innerhalb der ersten Woche um etwa 10 % sank, um sich dann während der folgenden 3 Wochen nur um etwa 2 % zu ändern, abgesehen von den täglichen durch Temperaturwechsel bedingten Schwankungen, welche bis zu 5 % betragen können. Ein länger (wochenlang) dauernder Kurzschluss der Säulenpole (z. B. durch Reissen des Quarzfadens bei gelöster Arretirung und Hängen der Säule in den kurz geschlossenen Quadranten verursacht) bringt natürlich eine erhebliche Verminderung der Empfindlichkeit mit sich, und muss die Säule zur Erreichung der ursprünglichen Empfindlichkeit neu gefüllt werden. Für einige Stunden kann die Empfindlichkeit (vorzüglich bei Modell I) als *absolut konstant* angesehen werden, was für wissenschaftliche Messungen bekanntlich völlig ausreichend ist. Die Schwingungsdauer beträgt bei Modell I bei einer Empfindlichkeit von 90 *mm* 20 Sek., bei einer solchen von 150 *mm* etwa 30 Sek.; Modell II zeigte bei den Empfindlichkeiten von 30 *mm* bezw. 93 *mm* eine Schwingungsdauer von 20 bezw. 34 Sek.

c) *Kapazität und Isolation*: Zur annähernden Bestimmung der Kapazität der Elektrometer wurden die Quadranten mit einem Luftkondensator und einem graduirten Goldblattelektroskop verbunden, hierauf auf 100 *Volt* geladen und dann die Platten des Kondensators so weit auseinandergezogen, dass das Potential auf den doppelten Werth stieg. Aus den anfänglichen und nachherigen Kapazitäten des Kondensators von 208 und 83 *cm* bezw. 208 und 94 *cm* berechnet sich diejenige der Elektrometer mit Zuleitungen zu

$$c_I = 208 - 2 \times 83 = 42\ cm = \text{ca. } 5 \cdot 10^{-5}\ \textit{Mikrofarad},$$

$$c_{II} = 208 - 2 \times 94 = 20\ cm = \text{ca. } 2 \cdot 10^{-5}\ \textit{Mikrofarad}.$$

Die Kapazität des Säulenelektrometers ist also nur der 10^{-5}-te Theil derjenigen des Kapillarelektrometers.

Um auch einen annähernden Begriff von der Grösse des Isolationswiderstandes zu erhalten, wurden die Instrumente, verbunden mit dem Goldblattelektroskop, auf

200 *Volt* geladen und die Zeit gemessen, nach deren Verlauf das Potential auf 100 *Volt* gefallen war; diese betrug bei Modell I 120 Sek., bei Modell II 30 Sek. Die Elektricitätsverluste durch das Goldblattelektrometer betrugen nur einen kleinen Bruchtheil der Gesammtverluste. Die Isolationswiderstände berechnen sich daher zu

$$w_I = \frac{10^6}{c_I} \cdot \frac{120}{\ln 200 - \ln 100} = \text{ca. } 4 \,.\, 10^{12}\ Ohm,$$

$$w_{II} = \frac{10^6}{c_{II}} \cdot \frac{30}{\ln 200 - \ln 100} = \text{ca. } 2 \,.\, 10^{12}\ Ohm.$$

Diese Messungen beziehen sich auf zwei Apparate, welche schon über $^1/_2$ Jahr im Gebrauch waren; die angegebenen Zahlen stellen daher den dauernden Werth des Isolationswiderstandes dar. Durch gutes vorheriges Reinigen der Hartgummiisolirungen oder durch Verwendung von Schellackisolationen wird sich der Widerstand noch erforderlichen Falls beträchtlich erhöhen lassen.

Messungsmethoden.

Um ein klares Bild von dem Arbeiten des Säulenelektrometers zu geben, habe ich in Tabelle I eine mit Modell I ausgeführte Beobachtungsreihe bei 2,07 *m* Skalenabstand vollständig wiedergegeben, und zwar sind in der ersten Kolumne die an das Elektrometer angesetzten Potentialdifferenzen (von 0,01 bis 0,12 *Volt*) enthalten, sie wurden durch Abzweigung von dem Schliessungskreise eines grossen Weston-Normalelementes hergestellt. Kolumne 2 giebt die ersten drei Umkehrpunkte der Nadel, Kolumne 3 dieselben nach Umlegung des an den Apparat gesetzten Kommutators wieder. Die Einstellungen der Nadel nach der vierten bis fünften Schwingung sind in Reihe 5, die sich daraus ergebenden Skalenausschläge in Reihe 6 und dieselben auf den Bogen reduzirt (vgl. Kohlrausch, Leitfaden d. prakt. Physik) in Reihe 7 enthalten. Kolumne 8 giebt die Ausschläge, wie sie sich bei vollkommener Proportionalität mit der Potentialdifferenz ergeben müssten, während die Zahlen der 9. Kolumne die Unterschiede zwischen diesen und den wirklich beobachteten Ausschlägen darstellen.

Tabelle I.

Potentialdifferenz *Volt*	Umkehrpunkte		Ruhelagen berechnet	Ruhelagen beobachtet	Ausschlag Skalentheile *mm*	Ausschlag auf Bogen reduzirt	Ausschlag berechnet	Differenz *mm*
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,01	554,2 535,0 539,5	452,2 470,2 467,0	538,7 467,4	538,9 467,3	71,6	71,57	71,57	0
0,02	423,5 433,0 430,3	605,1 566,5 575,6	430,9 573,9	430,9 574,1	143,2	143,0	143,1	+ 0,1
0,03	618,0 608,0 610,0	349,5 403,5 391,9	609,7 393,9	610,0 394,0	216,0	215,2	214,7	− 0,5
0,04	348,2 357,3 356,0	707,2 629,5 647,5		356,1 644,9	288,8	286,9	286,3	− 0,6

Potential-differenz Volt	Umkehrpunkte		Ruhelagen berechnet	Ruhelagen beobachtet	Ausschlag Skalentheile mm	Ausschlag auf Bogen reduzirt	Ausschlag berechnet	Differenz mm
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,05	243,2 334,0 315,1	758,0 659,8 683,0		317,5 679,0	361,5	357,8	357,8	0
0,06	189,0 298,5 276,7	642,9 729,9 710,5	280,3	279,5 715,0	435,5	429,1	429,4	+ 0,3
0,07	864,9 724,3 757,0	336,5 224,0 245,8		751,0 242,1	508,9	498,7	501,0	+ 2,3
0,08	193,0 202,5 200,8	918,0 755,0 792,0	201,0	200,7 785,7	585,0	569,4	572,5	+ 3,1
0,09	837,0 817,3 822,1	26,5 188,0 159,0		821,5 163,0	658,5	636,3	644,1	+ 7,8
0,10	868,0 856,1 859,8	147,5 114,5 120,0	858,9	859,0 118,1	740,9	709,0	715,7	+ 6,7
0,12	74,8 19,5 29,3	941,5 925,7 929,3		29,3 929,0	899,7	843,1	858,8	+ 15,7

Wie ein Vergleich der Zahlen der letzten drei Reihen zeigt, ist bis zu Ausschlägen von 400 *mm* eine ausgezeichnete Proportionalität vorhanden; die Abweichungen halten sich innerhalb einiger zehntel Millimeter. Erst bei 700 *mm* Ausschlag erreicht der Fehler die Grösse von 1%.

Einige Beobachtungen mit Modell II bei dem gleichen Skalenabstand sind in folgender Tabelle II enthalten.

Tabelle II.

Volt	Mit Quarzfaden Ausschlag gemessen	Mit Quarzfaden Ausschlag auf Bogen reduzirt	Mit Quarzfaden Ausschlag berechnet	Mit Quarzfaden Differenz	Mit Cocon Ausschlag gemessen	Mit Cocon Ausschlag berechnet	Mit Cocon Differenz
0,02	54,2	54,2	54,2	0	13	9	+ 4
0,04	109,4	109,3	108,4	— 0,9	18	18	0
0,06	161,9	161,6	162,6	+ 1,0	28	27	+ 1
0,08	216,4	215,6	216,8	+ 1,2	34	36	— 2
0,10	274,4	272,7	271,0	+ 1,7	44	45	+ 1

Die Abweichungen von vollkommener Proportionalität sind hier bei gleichem Ausschlag merklich grösser als bei Modell I und erreichen bei nicht sorgfältiger Aufstellung des Instrumentes leicht einen noch höheren Betrag. Da dieses Modell vorzüglich als Nullinstrument dienen soll, so wird es bei geringeren Anforderungen an Empfindlichkeit häufig zweckmässig sein, sich an Stelle des subtilen Quarzfadens

eines Cocons zur Aufhängung[1]) zu bedienen. In den letzten drei Reihen der Tabelle II sind einige mit Coconsuspension (von 20 *cm* Länge) erhaltene Zahlen angegeben. Die Ausschläge für kleine Spannungen sind hier erheblich grösser, als sie sich aus denjenigen für höhere Spannungen berechnen; Ausschläge von über 50 *mm* sind jedoch bis auf etwa 1 bis 2% proportional.

In vielen Fällen wird die hohe Empfindlichkeit des Elektrometers unpraktisch sein, man erniedrigt sie dann auf eine der folgenden Weisen. Zunächst hat man durch Gebrauch von nur einer der beiden Quadrantenschachteln und Kurzschluss der andern ein Mittel, die Empfindlichkeit auf die Hälfte zu verringern. Eine stärkere Verminderung derselben geschieht entweder durch Verwendung eines dickeren Quarzfadens oder einfacher dadurch, dass man an die Säule ein kleines Stückchen magnetisirten Stahldrahtes mit Wachs anklebt, was bei Modell I nach Arretirung ohne jede Gefahr für den Quarzfaden geschehen kann. In dieser Weise lässt sich leicht die Empfindlichkeit (eventuell unter Anwendung eines Magneten) auf $^1/_{10}$ bis $^1/_{100}$ ihres Betrages herabdrücken. Die hierdurch bedingte Vergrösserung der Direktionskraft der Nadel bringt zugleich eine angenehme Verkleinerung der Schwingungsdauer, aber auch eine Verminderung des Dämpfungsverhältnisses hervor. Man ist daher gezwungen, falls man (wie es bei elektrostatischen Arbeiten oft der Fall sein wird) eine Messung schnell ausführen muss, die Einstellung der Nadel aus ihren Umkehrpunkten zu berechnen. Die Ableitung der Ruhelage nach dem Wägungsverfahren giebt wegen der immerhin noch beträchtlichen Dämpfung sehr ungenaue Werthe; ihre Ermittlung aus zwei aufeinanderfolgenden Umkehrpunkten p_1 und p_2 nach der bekannten Formel (vgl. Kohlrausch's Leitfaden)

$$p_0 = p_2 + \frac{p_1 - p_2}{1 + k},$$

in welcher k das Dämpfungsverhältniss bedeutet, liefert ebenfalls ungenaue Zahlen, da k hier nicht, wie bei einer elektromagnetischen Dämpfung, konstant ist, sondern mit der Schwingungsweite erheblich abnimmt. Am besten beobachtet man daher drei Umkehrpunkte und drückt den Werth von k durch diese aus; die obige Formel erhält dann die Form

$$p_0 = \frac{p_1 p_3 - p_2^2}{p_1 + p_3 - 2 p_2}.$$

Um einen Anhaltspunkt für die Genauigkeit der auf diese Weise berechneten Ruhelagen zu geben, habe ich aus den Umkehrpunkten der Kolumnen 2 und 3 der Tabelle I einige Ruhelagen berechnet und in Reihe 4 neben die beobachteten gestellt. Wie ein Vergleich der Zahlen zeigt, stimmen die berechneten Ruhelagen bis auf die Ablesungsfehler mit den beobachteten überein, es ist mithin für die Genauigkeit der Messung vollkommen gleichgültig, ob man die Einstellung der Nadel abwartet oder die Ruhelage aus Schwingungsbeobachtung ableitet.

Für Nullmethoden ist es zur schnellen Beruhigung der Schwingungen praktisch, in geeigneten Augenblicken die Elektrometerleitung unterbrechen und die Spannung von Trockenelementen für kurze Zeit an das Instrument legen zu können. Zweckmässig hierfür ist die Anwendung eines Doppeltasters, den man, wie umstehende Fig. 9 zeigt, hinter den Kommutator C in die Elektrometerleitung einschaltet. Durch Niederdrücken des Tasters T_1 wird die Leitung bei a_1 unterbrochen und durch Kontakt b_1 die Spannung des Trockenelementes e_1 an das Elektrometer gesetzt. Taster T_2

[1]) Es werden zu diesem Zweck für beide Modelle entsprechend längere Suspensionsröhren geliefert.

gestattet das Gleiche mit der entgegengesetzten Spannung des Elementes e_2 auszuführen. Man lernt sehr schnell mit Hülfe dieser neben dem Ablesungsfernrohr anzubringenden Vorrichtung die Nadel in wenigen Augenblicken auf ihre Ruhelage einzustellen.

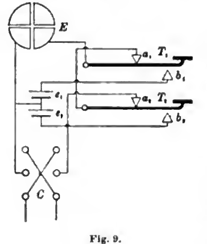


Fig. 9.

Das Vorhandensein zweier Quadranten ermöglicht es, das Säulenelektrometer auch als *Differenzialinstrument* zu benutzen. Die Einstellung der beiden Quadranten auf gleiche Empfindlichkeit geschieht bei Modell I dadurch, dass man diese an den Führungsstangen so verschiebt, dass nach Lösung der Arretirung die eine Nadel (z. B. die obere) ein wenig über der Mitte, die andere (untere) ein wenig unter der Mitte der zugehörigen Quadranten schwebt; ein Herabschrauben der Suspension mittels Mutter *m* (Fig. 1) erniedrigt dann die Empfindlichkeit des oberen und erhöht diejenige des unteren Quadranten, wodurch es möglich wird, beide Empfindlichkeiten einander gleich zu machen. Ausgeführt wird diese Abgleichung durch Parallelschaltung beider Quadranten, Ansetzung einer Spannung von etwa 0,1 *Volt* und Verstellen der Höhenschraube, bis der anfängliche Ausschlag verschwunden ist; die Prüfung muss durch Umlegen eines Kommutators geschehen, da sich die Nulllage der Nadel durch die Höhenverstellung meistens etwas ändert. Um Modell II zu Differenzialmessungen brauchbar zu machen, verstellt man das obere Quadrantenrohr mittels Konus *Q* (Fig. 4) ein wenig gegen das untere bei Festhaltung des Deckels *G*. (In Fig. 5 und 8 sind diese Verdrehungen der Deutlichkeit halber zu stark gezeichnet.) Durch Verdrehen von *G* lässt sich dann die Empfindlichkeit beider Quadranten ziemlich abgleichen.

Haben die Instrumente mit Chlorcalcium 1 bis 2 Tage im unarretirten Zustand gestanden, so ist die Empfindlichkeit und die Ruhelage hinreichend konstant geworden, und sie lassen sich dann zu Präzisionsmessungen verwenden (Modell II natürlich mit geringerer Genauigkeit).

a) Messung von Potentialdifferenzen: Kleine Potentialdifferenzen bis zu Ausschlägen von 400 *mm* werden nach Aichung des Instrumentes am besten durch die auf den Bogen reduzirten Skalenausschläge gemessen, grössere Spannungen kompensirt man annähernd nach der Poggendorff'schen Methode und misst den Unterschied durch den restirenden Ausschlag (von etwa 100 bis 200 *mm*); die Ausführung einer vollständigen Kompensation ist wegen der grossen Schwingungsdauer des Apparates etwas zeitraubend. In der Differenzialschaltung misst man Potentialdifferenzen durch Anlegen der zu messenden Spannung an den einen Quadranten und eines Kompensationsrheostaten an den anderen Quadranten. Die Spannung, welche gestöpselt werden muss, um den Ausschlag zum Verschwinden zu bringen, ist gleich der zu messenden. Nach den erwähnten Methoden lassen sich elektromotorische Kräfte von Kombinationen, deren innerer Widerstand bis zu 10^9 *Ohm*[1]) betragen kann, von 10^{-5} *Volt* bis zu fast beliebig hohen Werthen ermitteln und zwar von 0,01 *Volt* aufwärts mit einer Genauigkeit von 0,1%.

b) Abgleichung von Widerständen: Als Nullinstrument in der Wheatstone'schen Brücke ist das Säulenelektrometer dem Galvanometer weit überlegen, da es bei der

[1]) Bei grösseren Widerständen wirkt die von den Nadeln auf die Quadranten durch Konvektion übergeführte Ladung und die Luftelektrizität schon störend, das Säulenelektrometer ist daher auch *nicht im offenen* Zustand verwendbar.

gleichen Grösse der Messspannung (von 1 bis 2 *Volt*) Widerstände bis zu 10^9 *Ohm* mit der gleichen prozentischen Genauigkeit zu ermitteln gestattet, wie Widerstände, die nur einen kleinen Bruchtheil eines *Ohm* betragen. Das gleiche gilt auch für die Messung von Widerständen in der Differenzial-Nebenschluss-Schaltung.

c) Messung von Stromstärken: Legt man an die Elektometerpole einen Nebenschluss, dessen Widerstand von derselben Grössenordnung, wie der eines hochempfindlichen Galvanometers ist, also etwa 10^5 *Ohm* beträgt, so lassen sich bei der Empfindlichkeit des Instrumentes von 10^{-5} *Volt* noch 10^{-10} *Ampère* messen, das Säulenelektrometer ist mithin dem Galvanometer für Strommessungen um 1 bis 2 Zehnerpotenzen unterlegen. In allen den Fällen jedoch, bei denen Widerstände im Stromkreise liegen, die weit über 10^5 *Ohm* hinausgehen (wie dies z. B. bei Messung der Leitfähigkeit ionisirter Gase der Fall ist) hindert nichts, erheblich grössere Widerstände zu verwenden und die Empfindlichkeit für Strommessungen beträchtlich zu erhöhen, zumal das Instrument selbst eine genaue Abgleichung derartiger Widerstände gestattet. Für den Grenzwiderstand von 10^9 *Ohm* ergiebt sich also eine Empfindlichkeit von 10^{-14} *Ampère*, also eine hundertmal grössere als die des Thomson-Galvanometers.

Zusammenfassung.

1. Das beschriebene hochempfindliche Elektrometer ist zu zahlreichen Präzisionsmessungen brauchbar, insbesondere kann es, da es gegen magnetische Störungen völlig unempfindlich ist, häufig mit Vortheil hochempfindliche Galvanometer ersetzen; 2. Modell I giebt für 0,01 *Volt* einen kommutirten Ausschlag von 100 bis 200 Skalentheilen, Modell II einen solchen von 20 bis 30 Skalentheilen. Das Dämpfungsverhältniss beträgt bei Modell I 4,5 (log. Dekrement 0,653), bei Modell II 3,4 (log. Dekrement 0,505), die Schwingungsdauer 20 bis 30 bezw. 20 bis 34 Sekunden; 3. die Instrumente sind bequem transportabel, eine besondere Hochspannungsbatterie zur Ladung ist entbehrlich; 4. Modell I ist nicht nur als Nullinstrument, sondern auch für Messung durch Ausschlag brauchbar, Modell II ebenso, wenn auch mit geringerer Genauigkeit, vorzüglich jedoch als Nullinstrument.

Das diesem Instrument zu Grunde liegende Prinzip der Benutzung einer trockenen Säule als Elektrometernadel wurde von Herrn Prof. Nernst ohne Kenntniss der oben erwähnten Boys'schen Versuche angegeben. Für die gütige Ueberweisung der Ausführung desselben, sowie für seine Rathschläge, schulde ich ihm grossen Dank.

Ueber die Farbenabweichung der Fernrohrobjektive und des Auges.

Von
Karl Strehl in Weissenburg a. S.

Durch die Güte des Herrn Prof. Dr. Max Wolf zu Heidelberg, welcher mir seine beiden Abhandlungen über die Farbenabweichung der Fernrohrobjektive und des Auges (*Wied. Ann.* **33.** *S. 212 u. 548. 1888*) freundlichst übersandte, wurde ich in den Stand gesetzt, auch *kleinere* Objektive sowie das blosse Auge hinsichtlich der Wirkung ihrer chromatischen Abweichungen zu untersuchen. Indem ich mir erlaube, auf meinen letzten Aufsatz in *dieser Zeitschr.* **17.** *S. 50. 1897* zu verweisen, will ich zunächst noch einiges über den Lickrefraktor nachholen.

1. Lickrefraktor.

Tabelle I.

λ	$\varDelta$:	$a =$	z	$q \times$	$i =$	w
	75	89	84	04	46	184
61	60	88	68	15	52	780
	45	87	52	38	58	2 204
60	35	87	40	58	64	3 712
	25	86	29	76	69	5 244
59	15	85	18	90	74	6 660
	10	84	12	96	78	7 488
58	05	84	06	99	84	8 316
	02	83	02	100	88	8 800
57	01	82	01	100	91	9 100
	0	81	0	100	94	9 400
56	03	81	04	100	97	9 700
	10	80	13	95	99	9 405
55	25	80	31	72	100	7 200
	40	79	51	39	99	3 861
54	55	78	71	12	98	1 176
						93 230

Tabelle II.

λ	$\varDelta$:	$a =$	z	$q \times$	$i =$	w
65	+ 80	94	85	03	10	30
64	+ 33	93	35	66	14	924
63	− 05	91	06	99	23	2 277
62	35	90	39	59	39	2 301
61	55	88	63	21	52	1 092
60	70	87	80	06	64	384
59	78	85	92	01	74	74
58	80	84	95	00	84	00
57	70	82	85	03	91	273
56	40	81	49	42	97	4 074
55	∓ 0	80	0	100	100	10 000
54	45	78	58	28	98	2 744
						24 173

Wenn man bezüglich meiner Ausführungen *a. o. a. O.* einwenden sollte, dass eine Abweichung des Scheitels der Farbenkurve von der hellsten Spektralstelle um $\lambda = 0{,}03\,\mu$ im Allgemeinen nicht leicht vorkommen dürfte (siehe jedoch die Farbenkurven von Plössl und Merz in *Wied. Ann. a. a. O.*), so ist doch jedenfalls eine Abweichung um die Hälfte schon aus dem Grund möglich, weil die deutschen Physiker im Allgemeinen als hellste Spektralstelle $\lambda = 0{,}55\,\mu$ angeben, während dieselbe nach Taylor für das Normalspektrum bei $\lambda = 0{,}565\,\mu$ liegen soll. Nach den Beobachtungen von König rückt die relativ hellste Spektralstelle mit wachsender absoluter Lichtstärke des Gesammtspektrums von $\lambda = 0{,}53\,\mu$ bis $\lambda = 0{,}61\,\mu$; in der Mikroskopie, wo man möglichst helle Bilder zu erhalten sucht und sie auch erhalten kann, hat sich $\lambda = 0{,}55\,\mu$ als maassgebend bewährt. Bei *lichtschwachen* astronomischen Objekten, für welche doch in erster Linie möglichste Steigerung der Lichtstärke und Definition gewünscht wird, dürfte deshalb der maassgebende Werth eher unter als über $\lambda = 0{,}55\,\mu$ selbst für sehr grosse Fernrohre gesucht werden. In Tabelle I ist nun $\lambda = 0{,}565\,\mu$ als Scheitel der Farbenkurve angenommen; als Lichtsumme ergiebt sich 93 230, während dieselbe in dem Falle, dass der Scheitel der Farbenkurve in die angenommene hellste Spektralstelle fällt, 100 113 war. Der Unterschied beträgt 6,9 % vom grösseren Werth, wird also bereits merklich sein; ist ja doch das Definitionsvermögen einer homogenen Oelimmersion von 1,40 numerischer Apertur auch nur um fast 8 % grösser als einer von 1,30 numerischer Apertur und der Unterschied doch bereits sehr merklich.

Andererseits könnte man in diesem Falle der Meinung sein, dass sich vielleicht ein besseres Resultat ergebe, wenn man die Einstellungsebene durch den Brennpunkt der hellsten Strahlen von $\lambda = 0{,}55\,\mu$ legt, sodass sie von der Farbenkurve in den Stellen $\lambda = 0{,}55\,\mu$ und etwa $\lambda = 0{,}63\,\mu$ durchstossen wird, statt von ihrem Scheitel in dem Punkte $\lambda = 0{,}58\,\mu$ (bezw. $\lambda = 0{,}565\,\mu$) berührt zu werden. Zu diesem Zwecke habe ich unter der früheren Annahme (dass der Scheitel der Farbenkurve in $\lambda = 0{,}58\,\mu$ falle) auch noch Tabelle II berechnet. Als Lichtsumme ergiebt sich 24 173, was gegenüber dem günstigsten Werthe 100 113 einen Ausfall von nicht weniger als 75,9 % bedeutet. Die Verhältnisse nähern sich alsdann denen eines *unachromatischen* Fernrohrs, eben weil die Farbenkurve in ihrer hellsten Parthie — statt die Einstellungsebene zu

berühren — gestreckt durch sie hindurchgeht. Die wirkliche Einstellungsebene beim Lickrefraktor weicht nach Taylor vom Minimalfokus derart bedeutend ab, dass eine Erklärung dieses auffallenden Umstandes ohne genaue Untersuchung des Instrumentes ganz unmöglich erscheint, während mittelgrosse Fernrohre sich der Theorie genau anzupassen schienen. Wir wissen aber nichts über die sphärische Aberration des Lickrefraktors, wissen nicht, ob er sonst von Fehlern frei ist; auch was über seine Leistungen berichtet wird, trägt mehr den Charakter vagen Raisonnements als zahlenmässiger, wissenschaftlicher Untersuchung. Doch möchte ich auch nicht unbesehen den drastischen Aeusserungen Hugo Schröder's über die modernen Riesenfernrohre beipflichten, eben weil man nur dem trauen soll, was zahlenmässig nachgewiesen ist. Zu solchen Studien möchte ich hier den Anstoss gegeben haben.

2. 8-Zöller von Reinfelder zu Monrepos.

Tabelle III.

λ	Δ :	a =	z	φ ×	i =	w
61	50	54	93	00	69	0
	43	54	80	06	74	444
60	36	53	68	15	78	1 170
	30	53	57	30	84	2 520
59	24	52	46	48	88	4 224
	18	52	35	66	91	6 006
58	11	51	22	85	94	7 990
	05	51	10	97	97	9 409
57	01	50	02	100	99	9 900
	0	50	0	100	100	10 000
56	02	50	04	100	99	9 900
	08	49	16	92	98	9 016
55	17	49	35	66	95	6 270
	31	48	64	20	91	1 820
						78 669

Tabelle IV.

λ	Δ :	a =	z	φ ×	i =	w
	50	52	96	00	91	0
58	43	51	84	04	94	376
	36	51	71	12	97	1 164
57	30	50	60	25	99	2 475
	24	50	48	44	100	4 400
56	18	50	36	65	99	6 435
	11	49	22	85	98	8 330
55	05	49	10	97	95	9 215
	01	48	02	100	91	9 100
54	0	48	0	100	87	8 700
	02	47	04	100	81	8 100
53	08	47	17	91	76	6 916
	17	47	36	65	70	4 550
52	31	46	67	17	61	1 037
						70 798

Um zu untersuchen, ob auch bei kleineren Refraktoren der Einfluss der Farbenabweichung ein so bedeutender sei, wählte ich als Objekt den wegen seiner kurzen Brennweite von nur 259 *cm* berühmten von Reinfelder gefertigten 8-Zöller (= 217 *mm*) des Herrn E. v. Lade zu Monrepos bei Geisenheim. Ich habe mich wieder auf die Berechnung der 1. Zone beschränkt[1]); mögen die Verhältnisse in Wirklichkeit um 1 bis 2 % günstiger liegen, viel wird sich am Resultat nicht ändern. Dagegen habe ich in der Lage der hellsten Spektralstelle eine Aenderung vorgenommen. Der Scheitel der Farbenkurve dieses Refraktors liegt bei $\lambda = 0{,}54\,\mu$. Um zu finden, welcher Unterschied in der Leistung durch eine Ungewissheit über die Lage der hellsten Spektralstelle bei der Berechnung auftritt, habe ich dieselbe nach der Meinung Taylor's nach $\lambda = 0{,}565\,\mu$ gelegt, und den Scheitel der Farbenkurve einmal (Tabelle III) eben dahin, das anderemal (Tabelle IV) der Wirklichkeit entsprechend unverändert in $\lambda = 0{,}54\,\mu$ fallen lassen. Im ersten Fall ergiebt sich als Lichtsumme 78 669; dies bedeutet gegenüber der (zwischen $\lambda = 0{,}40\,\mu$ und $\lambda = 0{,}70\,\mu$ sich ergebenden) Lichtsumme 231 600 eines absolut achromatischen Refraktors 34 %; hätte Taylor nun Recht, so wäre im anderen Falle die Lichtsumme 70 798, gegen die vorige Annahme eine Verschlechterung von 10 %, sodass in diesem Falle die Leistung blos 30,6 % betragen würde. Man sieht: dem „nur" in der Grösse der Brennweite ent-

[1]) Δ und a sind in 200 000 Theilen der Brennweite angegeben.

spricht ein „nur“ in der Grösse der Leistung mit Naturnothwendigkeit. Der Scheitel der Farbenkurve eines anderen von Dr. Max Wolf untersuchten Fernrohrs aus der Werkstätte von Merz — welche Instrumente nach Schiaparelli besonders geeignet für die Beobachtung des Mars sind — liegt in $\lambda = 0{,}575\,\mu$; der Unterschied gegen den eben untersuchten beträgt also $\lambda = 0{,}035\,\mu$, entsprechend wesentlich mehr als 10 % (wohl 17 %). Es ist deshalb nicht zu verwundern, dass v. Lade bei der Anwendung seines Refraktors auf den Mars nicht die gewünschte Schärfe der Bilder erhielt. Die Refraktoren sind bekanntlich in diesem Punkte den Spiegelteleskopen weit überlegen; nach diesen Rechnungsergebnissen muss man sich fragen: Was würde ein solcher Refraktor aus der Meisterhand Reinfelder's erst leisten, wenn er *absolut* achromatisch wäre?

3. Bewaffnetes und blosses Auge.

Tabelle V.

λ	Δ :	a =	z	φ ×	i =	w
70	20	168	12	96	01	96
	18	162	11	97	04	388
65	16	156	10	97	10	970
	13	150	09	98	30	2 940
60	09	144	06	99	64	6 336
	05	138	04	100	88	8 800
55	0	132	0	100	100	10 000
	05	126	04	100	87	8 700
50	11	120	09	98	52	5 096
	18	114	16	92	17	1 564
45	25	108	23	84	08	672
	33	102	32	71	03	213
40	45	96	47	46	01	46
						45 821

Tabelle VI.

λ	Δ :	a =	z	φ ×	i =	w
62	120	60	200	06	39	234
61	105	59	178	07	52	364
60	90	58	155	08	64	512
59	75	57	132	10	74	740
58	60	56	107	20	84	1 680
57	40	55	73	50	91	4 550
56	20	54	37	87	97	8 439
55	0	53	0	100	100	10 000
54	20	52	38	86	98	8 428
53	40	51	78	45	91	4 095
52	60	50	120	13	81	1 053
51	85	49	173	07	70	490
						40 585

Zum öfteren ist die Frage aufgeworfen worden, ob die Farbenabweichung des Auges auf die Achromasie eines Fernrohrs Einfluss habe oder nicht, und verschieden beantwortet worden. Wenn man nur die chromatischen Längenabweichungen ins Auge fassen wollte, würde man zu unrichtigen Resultaten gelangen; man muss dabei auch die Pupillenöffnung beachten. Ich habe deshalb in Tabelle V für das bewaffnete Auge, der *mittleren* Vergrösserung der Fernrohre und Mikroskope entsprechend, als Oeffnung der Pupille im Innern des Auges 1 *mm*, dagegen in Tabelle VI den Verhältnissen des blossen Auges entsprechend 5 *mm* angenommen[1]). Als Lichtsumme ergiebt sich in Tabelle V 45821, gegenüber dem Werthe 46500 bei absoluter Achromasie, gleich einem Betrage von 98,5 %.

Bei mittleren Vergrösserungen starker und schwacher Fernrohre und Mikroskope kann das Auge als in der Achse absolut achromatisch angesehen werden.

Würde man die Rechnung unter gleichen Voraussetzungen in Tabelle V für 5 *mm* Pupillenöffnung durchführen, so würde man zu einer ganz schlechten Leistung, nämlich 25 % des vollen Werthes, gelangen. Allein hier treten wesentlich andere Verhältnisse in Geltung. Während bei mittleren und starken Vergrösserungen sich der Bereich eines Netzhautelementes mehr und mehr auf die mittlere Stelle des Beugungsbildes reduzirt (die ich Brennpunkt nannte), umfasst dasselbe beim blossen Auge die mittlere Beugungsscheibe sammt der Hälfte des 1. Beugungsringes (s. meine

[1]) Δ und a sind in μ angegeben.

„Theorie des Fernrohrs" *S. 125*). Während also im ersten Falle die oben abgeleiteten Grössen als Grenzwerthe in Geltung treten, ist die Lichtvertheilung längs der optischen Achse beim blossen Auge eine wesentlich andere, wie sich aus nachfolgender Uebersicht ergiebt, wo die erste Reihe die für die Zoneneintheilung längs der optischen Achse charakteristischen Zahlen z, die zweite die Lichtintensitäten in den entsprechenden *Punkten* der optischen Achse, die dritte aber die für Tabelle VI maassgebenden Lichtsummen innerhalb kleiner *Kreise* von der richtigen Grösse an Stelle der Punkte der optischen Achse angiebt.

z	i (Punkt)	i (Kreis)	z	i (Punkt)	i (Kreis)
0	100	100	100	0	26
25	81	95	125	03	11
50	41	76	150	05	09
75	09	49	175	02	07
100	0	26	200	0	06

Dadurch gestalten sich die Verhältnisse wesentlich günstiger und es ergiebt sich aus Tabelle VI als Lichtsumme 40 585, gegenüber der innerhalb desselben Intervalls (beiderseits 1. und 2. Zone) bestimmten Lichtsumme für ein absolut achromatisches Auge 94 100, ein Betrag von 43,1 %; in Wirklichkeit allerdings etwas schlechter (bis gegen 35 %). Findet man so eine eigentlich nicht glänzende Leistung des Auges, die zunächst frappiren könnte, so möge man bedenken, dass andererseits das *blosse* Auge bei 5 *mm* Oeffnung gar nicht im Stande ist, die dieser Oeffnung entsprechende Distanz von 23" aufzulösen. Dazu müssten die Netzhautelemente eine verhältnissmässige Grösse $D = 3{,}2$ haben, während diese in Wirklichkeit $D = 10$ ist. Erst mit der Bewaffnung des Auges unter *entsprechender Vergrösserung* korrigiren sich diese Verhältnisse. Allein dieselben werden in Wirklichkeit durch ganz andere Dinge wesentlich (bis zur völligen Umgestaltung) getrübt, nicht sowohl durch sphärische Aberration (die jedenfalls so gering ist, dass all die komplizirten Untersuchungen über die Flächen der Augenmedien hier überflüssig sind), sondern durch regelmässigen und unregelmässigen Astigmatismus, der zum Theil beugungstheoretisch ganz enorme Beträge erreicht.

Ich bitte daher zu beachten, dass vorstehende Rechnungen nur für das schematische Auge nach Listing Geltung beanspruchen, wie ja überhaupt diese Studien zunächst nur auf ganz bestimmte Fälle Bezug nehmen und erst in zweiter Linie und mit der nöthigen Vorsicht eine Verallgemeinerung zulassen.

Der selbstthätige Druckluftpegel, System Seibt-Fuess.

Von

Prof. Dr. **Wilhelm Seibt**, Geheimem Regierungsrath im Ministerium d. öffentl. Arbeiten.

Zur Erläuterung des innersten Wesens des selbstthätigen Druckluftpegels, System Seibt-Fuess, und zur theoretischen Begründung der ihm eigenthümlichen Vorrichtung zur Beseitigung der durch Wärme- und Wasserdruckschwankungen bedingten, aus der Volumenänderung der in seiner Luftleitung eingeschlossenen Luft entspringenden Fehler in der Aufzeichnung der Wasserstände soll zunächst auf den Vorgang näher eingegangen werden, der sich bei der Uebertragung des Wasserstandswechsels auf das Manometer abspielt, mittels dessen an dem Apparate beobachtet werden soll.

Wir wissen, dass eine bestimmte Wassersäule an der Beobachtungsstelle einen bestimmten Druck ausüben muss und einen bestimmten Höhenunterschied in dem Stande des Quecksilbers in den beiden Schenkeln des Manometers bedingt. In umgekehrter Schlussfolge wird also einem bestimmten Höhenunterschiede im Stande des Quecksilbers in den beiden Schenkeln des Manometers ein bestimmter Wasserdruck an der Beobachtungsstelle entsprechen. Es findet eben eine *Wägung* statt, bei der die Standunterschiede im Manometer proportional sind den bezüglichen, den Druck ausübenden Wassersäulen. Diese Wasser-*Säulen* haben aber wegen des in Folge der Wärme- und Wasserdruckschwankungen veränderlichen Volumens der in der Leitung eingeschlossenen Luft so zu sagen einen veränderlichen Fusspunkt, das heisst, die Angaben des Manometers beziehen sich auf Wasser-*Stände*, die sich *nicht auf ein und denselben Nullpunkt* beziehen.

Die Volumenänderung der Druckluft hat also auf die eigentliche, soeben geschilderte *Wägung* gar keinen Einfluss; sie kommt vielmehr, wie bereits ausgesprochen, nur darin zum Ausdruck, dass die den Verschiebungen des Quecksilbers im Manometer entsprechenden Wassersäulen nicht ein und derselben Nullfläche angehören. Denn die eigentliche Nullfläche, als welche doch die von der Druckluft berührte Wasserdruckfläche anzusehen ist, muss eben bei den verschiedenen Wasserständen eine fortwährende, von der Dichte der zusammengepressten Luft abhängige Verschiebung im lothrechten Sinne erleiden. Die jeweiligen Stände des Quecksilbers in beiden Schenkeln des Manometers entsprechen also an sich zwar stets den jeweiligen Wasserständen; der aus ersteren unter Berücksichtigung des Einheitsgewichtes des Quecksilbers abgeleitete Werth für letztere bezieht sich aber jedesmal auf einen anderen Nullpunkt, und das Maass dieser Nullpunktverschiebungen kommt dem Fehler gleich, um welchen die von einem *bestimmten Nullpunkte* aus zu messenden Wasserstände in den Angaben des Manometers falsch erhalten werden. In welcher Weise nun diesen, die Fehlerhaftigkeit der Ablesungen am Manometer ausmachenden Nullpunktverschiebungen, d. h. also den Verschiebungen der von der Druckluft berührten Wasserdruckfläche, zu begegnen ist, habe ich in meiner Abhandlung über „Beseitigung von Fehlerquellen bei pneumatischen Pegeln" (*Centralbl. d. Bauverwalt. 1896. S. 202*) ausführlich dargelegt. Ich kann mich daher, nachdem im Vorstehenden die Sache zur Erleichterung des Verständnisses noch von einem anderen Gesichtspunkte beleuchtet worden ist, darauf beschränken, hier auf die zur praktischen Verwendung gekommene entsprechende Vorrichtung im Besonderen einzugehen.

Bei dem selbstthätigen Druckluftpegel, System Seibt-Fuess, ist die in das Wasser der Beobachtungsstelle ausmündende Luftleitungsröhre zu einem Ansatze von *nur etwa einem Zentimeter Höhe* und einem nach dem Rauminhalte der eigentlichen Luftleitungsröhre und den Grenzwerthen der Wärme- und Wasserdruckschwankungen so bemessenen Inhalte ausgebildet worden, dass die Höhenverschiebungen der von der Druckluft berührten Wasserdruckfläche (der Nullfläche) sich innerhalb jenes niedrigen Ansatzes vollziehen müssen. Die unter Anwendung eines in gedachter Weise geformten und bemessenen Ansatzes am Manometer des Apparates anzustellenden Beobachtungen der Wasserstände über einem *bestimmten Nullpunkte* können also nur im äussersten Falle um das für die Praxis so gut wie bedeutungslose, innerhalb der Grenze eines Zentimeter verbleibende Maass für die Höhenverschiebungen der von der Druckluft berührten Wasserdruckfläche fehlerhaft beeinflusst werden.

Der diesen mathematisch-physikalischen Grundsätzen entsprechend hergestellte

tellerartige Ansatz A (Fig. 1) hat etwa 1 *cm* unterhalb der höchsten Stelle der flach kegelförmig gestalteten Decke mehrere etwa 8 *mm* breite Einschnitte e erhalten und ist durch Verschraubung mit dem eisernen Rohre E, welches an dem an der Beobachtungsstelle aufgeführten Mauerwerke oder Pfahlroste mittels Schellen und Eisenwinkeln befestigt ist, derartig unverrückbar gelagert, dass die Fläche, die man sich durch die höchsten Punkte der Einschnitte e gelegt denkt, mit der Nullfläche für die anzustellenden Wasserstandsbeobachtungen zusammenfällt. Die vom höchsten Punkte des Ansatzes A ausgehende, aus Blei gefertigte, dickwandige und enge[1]) Luftleitungsröhre l wird von dem Rohre E umschlossen, tritt aus diesem in geeigneter Höhe seitlich heraus und führt, in einem aus Mauersteinen oder dgl. hergestellten Kanale eingebettet oder in sonstiger Weise gegen äussere Beschädigungen geschützt, von der Beobachtungsstelle bis zum Manometer des von jener mehr oder weniger entfernten Beobachtungsapparates.

Das zur Lagerung der einzelnen Theile des Beobachtungsapparates (Fig. 2) erforderliche Gestell wird durch drei mit einander durch Säulen verbundene Platten gebildet und ist mit vier eisernen Bolzen, welche die beiden hinteren Säulen durchdringen, an der Rückwand eines mit Glasscheiben und verschliessbaren Thüren versehenen, dem Schutze des Apparates dienenden Kastens angeschraubt. An dieser Rückwand befinden sich zwei mittels Korrektionsschrauben verstellbare Oesen, durch welche der mit dem Apparate ausgerüstete Kasten an Haken, die an einer senkrechten Mauer- oder Holzwand befestigt sind, aufgehängt werden kann. Von dem Dreiwegehahn D aus, welcher mit dem auf der unteren Gestellplatte befestigten gusseisernen Blocke Q verschraubt ist und die von der Beobachtungsstelle bis zum Apparate geführte Luftleitung l aufnimmt, wird letztere durch ein feines Platinröhrchen l_1 gebildet, das in dem oberen Theile des kürzeren der beiden mit eisernen Flanschen auf dem vorerwähnten gusseisernen Blocke Q aufgeschraubten, durch die kanalartige Aushöhlung des letzteren mit einander in Verbindung stehenden Schenkel U und U_1 des Manometers luftdicht eingeschmolzen ist. Der gusseiserne Block Q ist in der Achse der Manometerschenkel zur Ermöglichung einer Reinigung derselben von unten durchbohrt. Den Verschluss bilden Schrauben, von denen diejenige unter dem langen Schenkel U_1 mit einem aus Stahl gefertigten Hahn h versehen ist, mittels dessen erforderlichen Falls ein Entleeren des Manometers erfolgen kann.

Da die Verschiebungen des Quecksilbers in dem offenen Schenkel U_1 den Veränderungen des Wasserstandes proportional sein und dabei in einem den jeweiligen Bedürfnissen entsprechenden bestimmten Verjüngungsverhältnisse zu letzteren stattfinden sollen, so wurde mit Rücksicht darauf, dass die zur Erfüllung dieser Bedingungen erforderliche Herstellung von Manometerschenkeln mit mathematisch genauen Röhrenweiten sich als schwer ausführbar erwies, durch folgende Einrichtung nicht nur die Ungleichmässigkeit in den Röhrenweiten unschädlich gemacht, sondern auch zugleich die verlangte Verjüngung der Quecksilberverschiebung gegenüber den sie bedingenden veränderlichen Wasserständen mit einem völlig ausreichenden Genauigkeitsgrade erzielt. Für den kurzen Schenkel U des Manometers kam nämlich eine Glasröhre zur Verwendung, deren Durchmesser etwas grösser ist, als er sich auf Grund einer angenäherten Berechnung aus der Weite des anderen Schenkels

[1]) Bis zu einer Entfernung von rund 350 *m* zwischen Beobachtungsstelle und Apparat erwies sich die Anwendung einer Bleiröhre von 2 *mm* lichter Weite als ausreichend; die äusserste Grenze für die Länge einer noch zuverlässig wirkenden Luftleitung unter Benutzung einer Röhre mit grösserem Durchmesser zu ermitteln, bleibt der Gegenstand weiterer Versuche.

6*

unter Berücksichtigung des Einheitsgewichtes des Quecksilbers für das verlangte Verjüngungsverhältniss ergab. In den Schenkel *U* wurde darauf ein später in demselben zur Befestigung gekommener Eisenstab *t* eingeführt, dessen Dicke seiner ganzen Länge nach, den Unregelmässigkeiten der Röhrenwandung entsprechend, von Stelle zu Stelle so lange verändert wurde, bis der Druck einer mit dem Manometer durch die Luftleitung in Verbindung gebrachten, allmählich bis zur Höchsthöhe gebrachten Wassersäule durchweg einen Anstieg des Quecksilbers in dem offenen Schenkel U_1 des Manometers bewirkte, der genau dem verlangten Verhältnisse entspricht, in welchem am Manometer die Beobachtung der Wasserstände erfolgen soll.

Auf dem Quecksilber in dem offenen Manometerschenkel U_1 ruht ein eiserner Schwimmer *s*, auf dem die Stange *d* mit dem an ihr verschiebbaren Halter für die Kurvenzeichenfeder *c* befestigt ist. Zur Erzielung einer sicheren Führung der Stange *d* ist der Schwimmer *s* an seinem unteren Theile mit einem etwa 5 *cm* langen, ihm entsprechend zylindrisch gestalteten, hohlen Glaskörper versehen und in seinem Querschnitte so bestimmt, dass er mit einem Spielraume von nur einigen Zehntel-Millimeter in den Manometerschenkel U_1 passt. Bei dieser Anordnung wird eine Kuppenbildung des Quecksilbers unmöglich gemacht; letzteres umgiebt vielmehr den wegen des Auftriebes des Glaskörpers nur um ein Weniges in das Quecksilber einsinkenden eisernen Schwimmer *s* an seiner unteren Kante ringförmig und derartig, dass eine Reibung zwischen Schwimmer und Glaswand vollständig ausgeschlossen erscheint. Die Reibung der Stange *d* an ihrer oberen, in einem einfachen, ringförmigen Lager bestehenden Führungsstelle hat zwar nicht in ebenso vollkommener Weise beseitigt werden können; sie ist aber jedenfalls eine nur ganz geringe, da die ganze schwimmende Schreibvorrichtung durch den langen, am Schwimmer *s* befindlichen gläsernen Auftriebkörper in labilem Gleichgewichte gehalten wird.

Die dem Steigen und Fallen des Wassers entsprechende, durch die Veränderung des Druckes auf das in der gedachten Weise eingerichtete Manometer erzeugte Verschiebung der mit leichtflüssiger Anilinfarbe gefüllten Kurvenzeichenfeder *c* tritt nun auf dem Papierbogen, mit welchem die durch ein auf der oberen Gestellplatte angebrachtes Uhrwerk in Umdrehung versetzte Walze *W* überspannt ist, in einer fortlaufenden Linie hervor, indem die Kurvenzeichenfeder *c*, deren magnetisirter Halter sich fortwährend der Eisenstange *n* zu nähern sucht, in hebelartiger Gegenwirkung an den Papierbogen der Walze dauernd und sanft angedrückt wird.

Auf der Eisenstange *n* befinden sich an drehbaren Haltern die Zeichenfedern *b* und *b'*, welche mit Hülfe der Gewichte *g* und g_1, die mit über Rollen geführten Seidenfäden an hebelartigen Verlängerungen der Halter befestigt sind, ebenfalls an den Papierbogen sanft angedrückt werden und die Aufgabe haben, gleichzeitig mit der Wasserstandskurve je eine Festlinie auf dem Papierbogen zu ziehen, auf welche die Auswerthung der Kurve, und zwar rechnerisch nach Maassgabe der bezüglichen Ausführungen in meiner Abhandlung „Der kurvenzeichnende Kontrolpegel, System Seibt-Fuess“ (*diese Zeitschr.* ***14.*** *S. 41. 1894*) oder auf mechanischem Wege unter Benutzung der von mir in *dieser Zeitschr.* ***17.*** *S. 21. 1897* beschriebenen „Ablesevorrichtung für Aufzeichnungen selbstthätiger Pegel“ zu erfolgen hat.

Hinsichtlich des Hammerwerkes *H* zur selbstthätigen Erzeugung der erforderlichen Zeitmarken, des Maassstabes *M* zur unmittelbaren Ablesung der vom Manometer angezeigten Wasserstände, der Lothvorrichtung zur mechanischen Prüfung des richtigen Ganges des Apparates — welche Einrichtungen im wesentlichen denjenigen des früher gebauten selbstthätigen kurvenzeichnenden Kontrolpegels, System Seibt-

Fuess, entsprechen — ferner hinsichtlich der Art und Weise, wie das Aufspannen eines neuen Bogens auf die Walze *W*, das Herausnehmen und Wiedereinsetzen der letzteren in ihre Lager, das Einstellen der durch Drehen der geränderten Scheibe *R* zugleich von der Walze abzuhebenden und an diese anzulegenden Zeichenfedern *b*, *b'* und *c* bei Inbetriebsetzung des Apparates und bei Prüfung seines Ganges vorzu-



Fig. 1. Fig. 2.

nehmen ist, kann hier auf die bezüglichen Beschreibungen und Ausführungen in meiner schon oben erwähnten Abhandlung „Der kurvenzeichnende Kontrolpegel, System Seibt-Fuess", verwiesen werden. Hier braucht nur noch bemerkt zu werden, dass die der Prüfung dienende, aus dem auf einer Rolle befindlichen, mit Hülfe der Kurbel *k* abwickelbaren und durch das Gewicht *P* in Spannung erhaltenen Band-

maasse L, der Bremsfeder B und dem Index i bestehende Lothvorrichtung (Fig. 1) bei dem hier beschriebenen selbstthätigen Druckluftpegel nicht wie beim kurvenzeichnenden Kontrolpegel am Apparate selbst, sondern an der Röhre E angebracht ist, an welcher sich der tellerartige Ansatz A der Luftleitung befindet, und dass für das Aufstossen des Lothes P ein besonderer Schwimmer S aus starkem Kupferblech vorhanden ist, der die Röhre E ringförmig umschliesst und, soweit der eiserne Träger der letzteren dies zulässt, dem jeweiligen Stande des Wassers zu folgen vermag.

Die mit dem Dreiwegehahn D verbundene, mit Saug- und Druckventil sowie Lederkolben versehene einfache, auf der unteren Gestellplatte gelagerte Stiefelluftpumpe V dient zur Entfernung des durch irgend welche Zufälligkeit etwa in die Luftleitung eingedrungenen Wassers, für welchen Fall die Luftleitung an eine dem Apparate beigegebene, mit konzentrirter Schwefelsäure gefüllte (in Fig. 2 nicht sichtbare) Flasche anzuschliessen bleibt. Bei ihrem Gebrauche muss der Dreiwegehahn D so eingestellt werden, dass eine Verbindung zwischen der Luftleitungsröhre l mit der Luftpumpe V unter Abschluss des zum Manometer führenden Platinröhrchens l_1 stattfindet[1]).

Es erübrigt noch zu erwähnen, dass die ersten sechs für die Preussische Bauverwaltung im Dezember v. J. an der Fulda aufgestellten selbstthätigen Druckluftpegel, System Seibt-Fuess, zur Einschaltung von Läutewerken mit einer Kontaktvorrichtung versehen sind, die für jeden beliebigen Wasserstand eingestellt werden kann. Diese Kontaktvorrichtung besteht aus den beiden, an der vorderen Säule (Fig. 2) verschiebbaren Federn f, die beim Eintritt des betreffenden Wasserstandes mit einem an der Hülse für die Kurvenzeichenfeder c befindlichen Platinstifte in Berührung kommen. Der Strom der zugehörigen Batterie geht dann durch das Quecksilber des isolirt aufgestellten Manometers, durch den Schwimmer s in die Schwimmerstange d, durch den eben erwähnten Platinstift, den Körper des Apparates und eine Drahtleitung zur Glocke des betreffenden Läutewerkes.

Der vorbeschriebene selbstthätige Druckluftpegel steht unter patentamtlichem Schutze. Er wird von Hrn. Präzisionsmechaniker R. Fuess in Steglitz in jedem dem Umfange des Wasserstandswechsels der betreffenden Beobachtungsstation entsprechenden Grössenverhältnisse hergestellt und unter Beifügung einer genauen *Anleitung* zu seiner Bedienung und Instandhaltung, auf Wunsch auch unter Beifügung der vorhin erwähnten Ablesevorrichtung zur unmittelbaren Entnahme fehlerfreier Ordinaten von dem durch Feuchtigkeitseinflüsse in seinen Grössenverhältnissen mehr oder weniger veränderten Papierbogen abgegeben.

---

[1]) Während bei den Druckluftpegeln älterer Systeme die Luftpumpe zur Zurückdrängung des Wassers in die Nullfläche *dauernd* im Betriebe erhalten werden oder wenigstens *unmittelbar vor jeder einzelnen Beobachtung* in Anwendung gebracht werden muss, wenn man (namentlich bei den höheren Wasserständen) nicht Gefahr laufen will, zu erheblich entstellten Ergebnissen zu gelangen, hat bei diesem selbstthätigen Druckluftpegel die dem Apparate beigegebene Luftpumpe lediglich die zwar wichtige, aber doch untergeordnete Aufgabe, unvermeidliche, durch Undichtwerden der Leitung u. s. w. entstehende Betriebsstörungen zu beseitigen.

Referate.

Ueber eine absolute Bestimmung der Ausdehnung des Wassers.

Von M. Thiesen, K. Scheel und H. Diesselhorst. *Wied. Ann.* **60.** *S. 340. 1897.*

Die Arbeit enthält den Bericht über die Bestimmung der Ausdehnung des Wassers nach der Methode der kommunizirenden Röhren, derselben Methode, nach welcher Regnault die Ausdehnung des Quecksilbers ermittelte. Prinzipiell sollen nach dieser Methode die Längen zweier mit einander kommunizirenden Flüssigkeitssäulen gemessen werden, in Wirklichkeit wurde auch in der vorliegenden Arbeit die Regnault'sche Abänderung benutzt, dass man die Längen der Wassersäulen annähernd gleich machte und dafür die an den freien Enden auftretende Druckdifferenz durch ein Differentialmanometer bestimmte.

Die vertikalen Theile der kommunizirenden Röhren werden von zwei einander gleichen Wasserbädern getragen und auf einer konstanten Temperatur erhalten. Jedes dieser 180 *cm* von einander entfernten Wasserbäder besteht im Wesentlichen aus zwei konzentrischen Zylindern, von denen der äussere bei 3 *m* Länge 20 *cm* Durchmesser, der innere 14 *cm* Durchmesser besitzt. Jeder Zylinder setzt sich dabei aus mehreren einzelnen Rohrenden zusammen, die durch Messinggusstheile (Doppelringe) verbunden sind. Diese Doppelringe erfüllen verschiedene Aufgaben. Einmal enthält das mittlere Paar (in gegenseitiger Entfernung von 1 *m*) Ansätze zur Zu- und Abfuhr des temperirenden Wassers, dessen Zirkulation in Fig. 1 schematisch dargestellt ist. Das Wasser tritt durch den unteren Ansatz a_1 ein, wird durch ein im äusseren Zylinder liegendes etwa 1 *m* langes Rohr bis nahe zum Boden geführt, fliesst dann in den äusseren Zylinder selbst aus und wird, nachdem es diesen der Länge nach durchflossen hat, durch ein vertikales Rohr auf den Boden des inneren Zylinders geführt. Nachdem das Wasser auch diesen in der Richtung von unten nach oben durchströmt hat, wird es endlich mit Hülfe eines bis unter den Deckel des inneren Zylinders reichenden Rohres durch den Ansatzstutzen a_2 zum Thermostaten zurückgeleitet.

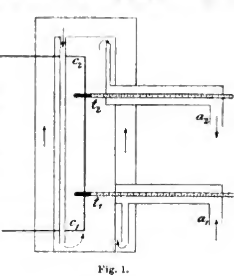


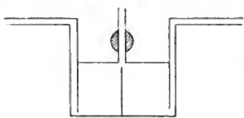
Fig. 1.

Gleichfalls durch die mittleren Messinggusspaare waren die horizontal liegenden Thermometer t_1 t_2 eingeführt, deren Gefässe nahe der Achse und damit nahe den vertikalen Theilen der kommunizirenden Röhren sich befanden. Die Ablesung der ganz vom Wasser umspülten Thermometer geschah mittels fest aufgestellter Mikroskope durch Spiegelglasplatten hindurch. Eine besondere, nicht näher beschriebene Anordnung erlaubte, die Thermometer zum Zwecke der Ablesung in die Lagen „Theilung vorn" und „Theilung hinten" zu drehen, auch konnte man leicht ohne erheblichen Wasserverlust die Thermometer in die gefüllten Bäder einsetzen und aus diesen wieder herausnehmen.

Durch die äusseren, im gegenseitigen Abstande von 2 *m* befindlichen Doppelringpaare waren die horizontalen Theile des kommunizirenden Röhrensystems eingeführt. Das Röhrensystem besteht aus 6 *mm* weiten, innen gut verzinnten Messingröhren. Nur in der Nähe der Wasserbäder sind den horizontalen Rohren enge, 1 *mm* weite Rohre parallel angeordnet, welche der Absicht nach während der Messungen die weiteren Röhren zwecks besserer Bestimmung der Längen der Flüssigkeitssäulen ersetzen sollten. Indessen ist diese Absicht nicht zur Ausführung gelangt. Ferner sind in die horizontalen Theile der kommunizirenden Röhren zur Verminderung der Wärmeleitung durchbohrte Hartgummiklötze eingeschaltet.

Die horizontalen Röhren münden dann in der in Fig. 2 angedeuteten Weise oben und unten in Wasserkästen, die auf einem besonderen Gerüste stehen. Jeder dieser Wasserkästen ist im Wesentlichen ein oben mit Schraubhahn verschlossener Messingkasten, dessen vertikale Längsseiten durch Spiegelglasplatten ersetzt sind, und der durch eine Querwand

in zwei Theile getheilt ist. Diese Querwand ist in beiden Kästen oben, im oberen Kasten aber, weil hier die Röhren kommuniziren[1]), auch unten durchbrochen. Während also oben der Druck sich ausgleicht, wird sich im Allgemeinen in den beiden Kammern des unteren Kastens eine Niveaudifferenz herausbilden, deren Grösse dem Unterschiede der Wasserdichte in den beiden vertikalen Röhren proportional ist.


Fig. 2.

Zum Zwecke der Messung dieser Niveaudifferenz war die hintere Spiegelglasplatte auf der Innenseite mit horizontalen, über die ganze Breite reichenden Strichen einer 0,5 *mm*-Theilung versehen. Man benutzt dann das von Herrn Thiesen in *dieser Zeitschr.* ***6.*** ***S.*** *89.* ***1886*** veröffentlichte Prinzip, dass die Wasserfläche bei genügender Ausdehnung in der Mitte zwischen einem Striche und seinem durch totale Reflexion entstandenen Spiegelbilde gelegen ist. Zur Auswerthung dieser Grösse dienten Mikrometermikroskope, deren Objektive den herrschenden Verhältnissen angepasst waren. Etwaige Neigungsänderungen des ganzen Wasserkastens wurden durch eine Libelle angegeben.

Auf den Gang der Beobachtungen näher einzugehen, dürfte an dieser Stelle kein besonderes Interesse haben; hervorgehoben mag nur werden, dass die Beobachtungen nach Möglichkeit symmetrisch zur Mitte angeordnet waren, und dass man mit Hülfsthermometern die Lufttemperatur in der Nähe der Wasserkästen bestimmte. Als Temperaturkombinationen wählte man

in einer ersten Reihe (das kommunizirende System stand im oberen Kasten unter Luftdruck) 20°:30°; 10°:20°; 0°:10°; 30°:0°;

in einer zweiten Reihe (das kommunizirende System stand im unteren Kasten unter Luftdruck): 0°:4°; 4°:10°; 0°:10°; 4°:15°; 15°:20°; 4°:20; 4°:25°; 25°:30°; 4°:30°; 4°:35°; 35°:40°; 4°:40°.

Alle diese Beobachtungen wurden zum Zwecke der Eliminirung des Nullpunktes mit Vertauschung jeder Temperaturkombination zwischen links und rechts vorgenommen; jede einzelne Temperaturkombination wurde im Allgemeinen 6-mal, d. h. 2-mal von jedem der drei Autoren beobachtet.

Ausserdem wurden noch einige Beobachtungen bei beiderseits gleichen Temperaturen angestellt.

In Bezug auf die Berechnung der Beobachtungsergebnisse ist in erster Linie hervorzuheben, dass zur Bestimmung der Wassertemperatur gut untersuchte und verglichene Thermometer dienten, deren Angaben auf das Wasserstoffthermometer reduzirt wurden. Weniger leicht war eine Korrektion der mikrometrisch gemessenen Abstände zwischen einem direkt gesehenen und einem gespiegelten Strich zu ermitteln. Diese Korrektion wurde dadurch bedingt, dass die Abstände der gespiegelten Striche von einander um mindestens 0,02 ihres Werthes zu klein erschienen, sodass die ohne Korrektion berechnete Lage der Wasseroberfläche von der Wahl der zur Einstellung benutzten Striche abhängig war. Der Grund davon lag offenbar in der durch die Kapillarität erzeugten Konvexität der Wasseroberfläche gegen die Strahlen, ihr Krümmungsradius in der Mitte bei einem Durchmesser der Kammer von 6 *cm* mochte einige Meter betragen. Die Korrektion wurde empirisch aus den am Anfang jeder Beobachtung gemessenen Abständen der gespiegelten Striche abgeleitet.

Die weitere Rechnung wurde nach der folgenden Formel ausgeführt, nachdem man sich nach den Angaben der Hülfsthermometer davon überzeugt hatte, dass die Temperaturunterschiede der einzelnen aus den Wasserbädern herausragenden Theile des Röhrensystems nicht berücksichtigt zu werden brauchten:

$$t_l - t_r = \frac{L - R}{L + R}(2t - t_l - t_r) + \frac{2\eta}{L + R}(t - \gamma),$$

[1]) Die Möglichkeit, das Röhrensystem unten kommuniziren zu lassen und oben zu beobachten, ist nicht benutzt worden.

wo ϵ_l und ϵ_r die Dichten des in den vertikalen Säulen links und rechts enthaltenen Wassers, L und R die Längen dieser Säulen, ϵ die Dichte des Wassers bei Zimmertemperatur, γ die Dichte der feuchten, in dem unteren Wasserkasten enthaltenen Luft und η die Niveaudifferenz im Wasserkasten im Sinne links weniger rechts bedeuten. Hiervon sind ϵ und γ in genügender Annäherung bekannt, L und R wurden durch direkte Messung ermittelt.

Die Verbindung der 12 zu einer Temperaturkombination gehörenden Einzelbeobachtungen erfolgte erst, nachdem man die Differenz zwischen den beobachteten und nach einer Annäherungsformel berechneten Werthen eingeführt hatte. Man erreichte hierdurch nicht nur den Vortheil einer einfacheren Berechnung, sondern konnte hiernach die verschiedenen Beobachtungen, auch wenn sie sich nicht auf ganz gleiche Temperaturen bezogen, mitteln und das erhaltene Mittel leicht auf den vollen Temperaturgrad beziehen.

Die Ausgleichung der Resultate ergab für die einzelnen Beobachtungstemperaturen folgende Werthe für die Dichten und Volumina des Wassers unter dem Druck einer Atmosphäre, die Temperaturen in der international als gültig angenommenen Wasserstoffskale gemessen:

t	ϵ	v
0°	0,999 8679	1,000 1321
3,98	1,000 0000	1,000 0000
10	0,999 7272	1,000 2728
15	0,999 1263	1,000 8745
20	0,998 2298	1,001 7733
25	0,997 0714	1,002 9372
30	0,995 6732	1,004 3456
35	0,994 0576	1,005 9779
40	0,992 2417	1,007 8190

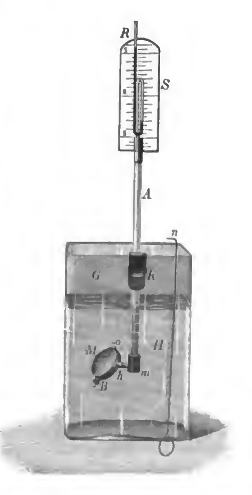
Die übrigbleibenden Fehler gehen nur in zwei Fällen über eine Einheit der sechsten Stelle hinaus; im Uebrigen stimmen die Werthe mit den besten bisher bekannten relativen Beobachtungen gut überein.

Die nähere Diskussion der Resultate wird einer weiteren Publikation vorbehalten. *Schl.*

Apparat zur Untersuchung des Druckes in Flüssigkeiten.

Von H. Hartl. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* **9.** *S. 120. 1896.*

Der Verfasser reiht den beiden Formen des Apparates, die er *a. a. O.* **8.** *S. 204. 1895* (*diese Zeitschr.* **16.** *S. 181. 1896*) beschrieben hat, eine neue an, die bedeutend einfacher ist. Das untere Ende einer starken Glasröhre A ist in ein innen ausgebohrtes Messingklötzchen m eingekittet, an dem ein waagrechtes Messingröhrchen h sitzt. Auf dieses ist ein anderes Messingröhrchen luftdicht aufgeschliffen, das mit einem Ende in das Innere des schmalen Messingrings B reicht, der auf beiden Seiten durch Kautschukhäutchen M geschlossen ist. In das obere Ende der Röhre A ist luftdicht ein mit gefärbtem Wasser gefülltes Manometer R eingesetzt, an dem die Skale S befestigt ist. Die Röhre A kann mit mässiger Reibung in einer federnden Messingröhre verschoben werden, die an der Klemme K sitzt, mit der der Apparat auf dem Rande des Glasgefässes G befestigt wird. Schiebt man die Röhre A so hoch empor, dass die Häut-



chen *M* vollständig über dem Wasserspiegel liegen, so zeigt das Manometer auf Null. Wird die Vorrichtung in das Wasser eingetaucht, so zeigt das Manometer die Aenderung des Druckes mit dem Abstande von der freien Oberfläche an. Hält man in einer beliebigen Höhe die Röhre *A* fest und dreht man mittels des Messingdrahtes *H*, dessen umgebogenes Ende *n* man in einen der beiden Ringe *o* einhakt, die Druckdose *B* um 360°, so zeigt das Manometer stets denselben Druck an, es ist also dieser von der Neigung der gedrückten Fläche unabhängig. Ersetzt man das Wasser durch Salzlösungen, so kann man auch die Abhängigkeit des hydrostatischen Druckes von der Dichte der Flüssigkeit nachweisen. Der Apparat wird von dem Mechaniker J. Antusch in Reichenberg (Deutschböhmen) angefertigt. Preis einschl. Gefäss: 17 M. *H. H.-M.*

Aktinometrische Beobachtungen am Montblanc.

Von Crova und Houdaille. *Compt. rend.* ***123.*** *S. 928. 1896.*

Am 18., 19. u. 23. August vorigen Jahres führten die Herren Crova und Houdaille auf den Stationen Chamonix (1050 *m*) und Grands-Mulets (3020 *m*) aktinometrische Messungen aus mit zwei Crova'schen Instrumenten, die vorher in Montpellier sorgfältig verglichen und nach dem dort befindlichen absoluten Quecksilber-Pyrheliometer graduirt worden waren. Aus den wenigen Beobachtungen mögen hier nur die Mittelwerthe angeführt werden, nach denen für die Anzahl der Wärmeeinheiten (Gramm-Kalorien), die auf eine den Sonnenstrahlen normal ausgesetzte Fläche von 1 cm^2 entfallen, nachstehende Beträge erhalten wurden: Bei den Grands-Mulets (3020 *m*) 1,497, in Chamonix (1050 *m*) 1,242 und in Montpellier (48 *m*) (als Mittelwerth für den ganzen Monat August) 1,059 Kalorien.

Vier besonders ausgewählte Beobachtungen vom 19. u. 23. August auf den Grands-Mulets lieferten für die Solarkonstante, d. h. für die an der Grenze der Atmosphäre bei senkrechter Bestrahlung der Sonne auf den Quadratzentimeter treffende Wärmemenge, den Werth 2,90 Kal.

„Wir legen unseren Resultaten aber nur wenig Werth bei", so bemerken die Herren Crova und Houdaille am Schlusse ihrer Mittheilung, in Anbetracht der ungünstigen Umstände, unter denen sie gewonnen worden sind: „Immerhin können wir nicht unterlassen zu erwähnen, dass jene beinahe identisch sind mit den höchsten Werthen, welche wir auf dem Gipfel des Mont Ventoux erhalten haben nnd welche uns dazu geführt hatten, der Solarkonstanten einen von 3 Kalorien wenig verschiedenen Werth beizulegen, den übrigens auch die Herren Langley und Savélieff (Kiew) aus ihren Messungen deduzirten. Bei dem gegenwärtigen Stande unserer aktinometrischen Kenntnisse denken wir, dass aber auch dieser Werth noch zu gering ist[1]); Beobachtungen, welche mehrere Tagesperioden umfassen und die unter ausgezeichneten atmosphärischen Bedingungen in möglichst grossen Höhen ausgeführt würden, dürften jedenfalls dazu beitragen, noch genauere Werthe für die Solarkonstante zu liefern." *J. M.*

Ueber einen Apparat zum Studium aller Eigenschaften elektrischer Wellen.

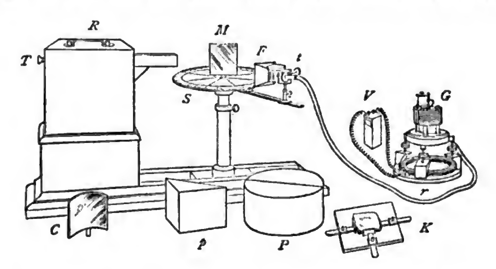
Von J. Chunder Bose. *Phil. Mag.* ***43.*** *S. 55. 1897.*

Der Erreger des im Wesentlichen von Lodge herrührenden Apparates besteht aus zwei kleinen Platinkügelchen, zwischen denen sich eine grössere Platinkugel befindet. Die äusseren Kügelchen sitzen an zwei mit Gelenken versehenen Elektroden, um die Entfernungen von der mittleren Kugel reguliren zu können, und sind in leitender Verbindung mit den Sekundärpolen eines kleinen Induktoriums. Um von dem lästigen Putzen der Kugeln befreit zu sein, wird kein selbstthätiger Unterbrecher angewandt, vielmehr werden nur die Schwingungen benutzt, die durch eine einmalige Unterbrechung mit einem einfachen Schlüssel zu Stande kommen. Um die magnetischen Störungen, die durch Oeffnen und Schliessen des Primärkreises entstehen, vom Aussenraum fernzuhalten, stehen Spule und

[1]) Schon Knut Angström hat ja die Solarkonstante auf 4 Kal. veranschlagt. — Ref.

Element in einem grossen eisernen Kasten. Dieser ist in einen Messingkasten gesetzt, der den ganzen Erreger umgiebt und eine Streuung der elektrischen Wellen verhüten soll. Dieser Kasten *R* trägt an der Vorderseite eine Röhre, durch die die Strahlen heraustreten; seitlich ist ein Knopf *T* (vgl. die Figur) angebracht, durch den man den Primärstrom schliessen und öffnen kann.

Der Empfänger besteht aus einer Reihe kleiner Spiralfedern aus Stahl, die in einer rechteckigen Vertiefung einer Ebonitplatte nebeneinander liegen; eine Glasscheibe bedeckt diese Platte und erhält die Federn in ihrer Lage. Die Federn liegen zwischen zwei Messingbacken, von denen die eine fest ist, die andere durch eine feine Schraube bewegt werden kann, sodass die Federn mehr oder weniger gegen einander gedrückt werden können.



Diese Vorrichtung liegt in einem Stromkreis, der eine mittels des Rheostaten *r* kontinuirlich veränderliche elektromotorische Kraft und ein Galvanometer *G* enthält. Durch Drehen der Schraube am Empfänger kann man seinen Widerstand in geeigneter Weise verändern; wird jetzt der Empfänger von elektrischen Strahlen getroffen, so sinkt plötzlich der Widerstand und das Galvanometer zeigt einen starken Ausschlag. Durch Verändern des Widerstandes des Empfängers und der elektromotorischen Kraft kann man den Empfänger ohne Schwierigkeit auf jede Schwingungszahl der auffallenden Strahlen abstimmen. Die kürzeste Wellenlänge, womit gearbeitet wurde, betrug 6 *mm*. Zum Schutz ist der Empfänger von einem Metallkasten umgeben, der an der Vorderseite einen Tubus *F* trägt; ausserdem ist eine Tangentenschraube *t* angebracht, wodurch man ihn um den einfallenden Strahl als Achse drehen kann.

Die Figur zeigt den Aufbau des Apparates, wie er zur Demonstration der Reflexion an Plan- und Hohlspiegeln (*M* und *C*) und der Refraktion gebraucht wurde. Die Versuche erfordern zum Theil parallele Strahlen; man erhält diese durch Einschalten einer Zylinderlinse aus Ebonit oder Schwefel. Zur Bestimmung von Brechungsexponenten wurden aus dem betreffenden Material zylindrische Klötze *P* hergestellt, die der Länge nach durchschnitten wurden. In den Schnitt wird eine Metallplatte eingeschoben, die in der Mitte ein Loch hat, um nur Zentralstrahlen hindurchzulassen. Der Empfänger wird dem Erreger auf dem Spektrometer *S* gegenübergestellt und der Zylinder nach der einen und nach der anderen Seite so lange gedreht, bis der Grenzwinkel erreicht ist; *p* ist ein totalreflektirendes Prisma.

Weiter werden die aus der Optik bekannten Versuche über selektive Absorption, Interferenz, Doppelbrechung und Polarisation angestellt. Zu den Polarisationsversuchen wurden zwei auf einen viereckigen Rahmen gespannte Gitter aus feinem Kupferdraht benutzt, die in die Röhren des Erregers und Empfängers eingesetzt waren und als Polarisator und Analysator dienten. Bringt man zwischen beide doppelbrechende Krystallplatten mittels des Halters *K*, so kann man die bekannten optischen Erscheinungen beobachten. Interessant ist, dass Serpentin diejenigen Strahlen, die parallel zu den Fasern im Gestein polarisirt sind,

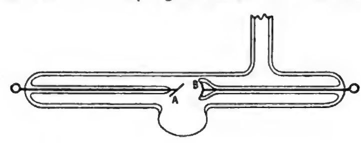
schlechter hindurchlässt als die senkrecht dazu gerichteten. Dasselbe war der Fall bei einer Platte, die aus Jutefasern bestand. Diese Materialien verhalten sich also wie der Turmalin sichtbaren Strahlen gegenüber und sind sehr bequem als Polarisatoren zu benutzen.

E. O.

Röntgen'sche Röhre.

Von E. Colardeau. *Journ. de phys.* **5.** *S. 542. 1896.*

Die ersten zur Erzeugung von Röntgen'schen Strahlen benutzten Röhren lieferten deshalb keine sehr scharfen Bilder, weil die Strahlungsquelle, die der Kathode gegenüberliegende Glaswandung, eine beträchtliche Ausdehnung hatte. Von den Konstruktionen, die diesen Uebelstand beseitigten, haben sich die jetzt allgemein gebräuchlichen „Fokus-Röhren" am besten bewährt; bei diesen werden die X-Strahlen bekanntlich in einem in dem Krümmungsmittelpunkt des Kathoden-Hohlspiegels aufgestellten Stück Metallblech erzeugt. Da die Kathodenstrahlen die Kathode nahezu senkrecht verlassen, so liegt die Spitze des Strahlenkegels in der Nähe dieses Krümmungsmittelpunktes; indessen ist die Lage des Vereinigungspunktes der Strahlen von dem Grad der Luftleere abhängig. Fällt also das Fokusblech nicht mit dem Brennpunkt der Strahlen zusammen, so werden die Bilder wieder unscharf. Colardeau giebt deshalb dem Fokus-Blech eine sehr geringe Grösse.



Ferner haben ihm Versuche gezeigt, dass es günstig ist, den Weg, welchen die Kathodenstrahlen im Innern der Röhre zurücklegen, möglichst kurz zu machen. Beistehende Figur stellt die Colardeau'sche Röhre in natürlicher Grösse dar. Die zylindrische Röhre von 6 bis 7 *mm* Durchmesser wird durch die Kathode *B* von 4 *mm* Durchmesser beinahe ausgefüllt. Die Kathode hat einen Krümmungsradius von etwa 5 *mm*; in 7 bis 8 *mm* Abstand von ihr befindet sich das unter 45°, wie üblich, geneigte Fokus-Blech *A*, das nur wenige Quadratmillimeter Fläche hat. An der Austrittsstelle der X-Strahlen ist die Röhre zu einer kleinen Ampulle von nur 0,1 *mm* Dicke aufgeblasen, sodass die zu durchsetzende Glasschicht möglichst wenig Strahlen absorbiren kann. Wegen des geringen Volumens der Röhre muss man sie, um das Vakuum unverändert zu halten, entweder mit der Pumpe dauernd verbunden lassen oder an ein grösseres, gleichfalls evakuirtes Gefäss anschmelzen. Bei Verwendung eines grossen Induktoriums genügten vier Unterbrechungen des induzirenden Stroms, um ein scharfes Bild einer Hand zu erzeugen.

Sogar *eine* einzige Unterbrechung gab schon deutliche Bilder. Mittels eines mit bekannter Geschwindigkeit rotirenden, metallischen Zahnrades stellte der Verf. die *einer* Unterbrechung entsprechende Dauer der photographischen Wirkung zu etwa 0,001 Sekunde fest. Wurde nämlich das Zahnrad einmal ruhend, dann während der Rotation mittels der X-Strahlen photographirt, so waren die Zahnlücken auf dem zweiten Bild im Vergleich zu dem des ruhenden Rades im Sinne der Rotation verbreitert. Hieraus lässt sich offenbar die Dauer der photographischen Wirkung berechnen. Dieselbe Methode hat übrigens auch Trouton benutzt (vgl. *Chem. News* **74.** *S. 175. 1896*).

Zwei in verschiedenen Lagen der Röhre aufgenommene Bilder desselben Gegenstandes geben eine sehr gute stereoskopische Wirkung. *Lck.*

Bericht über
eine Abhandlung von Jäderin, seine neue Basismessmethode betreffend.

Von d'Abbadie, Bouquet de la Grye und Bassot. *Compt. rend.* **123.** *S. 155. 1896.*

Es ist bekannt, dass Jäderin eine sehr grosse Genauigkeit der Längenmessung (Basismessung II. O.) mit Hülfe von Drähten erreicht hat. Mit seinem Apparat, bestehend aus zwei Drähten von 1,6 *mm* Stärke und 25 *m* Länge, der eine aus Stahl, der andere aus Phosphorbronze,

hat kürzlich Jäderin einen Theil der in der Nähe von Paris gelegenen Grundlinie nachgemessen. Seine Abhandlung und der vorliegende Bericht darüber geben die Einzelheiten der Messung und Berechnung. Mit allen Vorsichtsmassregeln glaubt Jäderin bis zu einer Genauigkeit von $^1/_{500000}$ kommen zu können. Während diese Genauigkeit aber bei der Messung einer Grundlinie von 2 *km* in der Nähe von Stockholm erreicht wurde, ebenso bei der Messung der Basis von Pulkowa (1888 mit J.'s Apparat = 1203,287 + 1065,847 = 2269,134 *m*; 1890 mit Struve's Metallstangen-Apparat = 1203,283 + 1065,849 = 2269,132 *m*) blieben die Versuche in der Nähe von Paris weit hinter ihr zurück, sowohl was den reinen Messungsfehler betrifft, als insbesondere, was den regelmässigen Fehler angeht: zwei Messungen der Strecke von 3050 *m* Länge dieser Basis, die 1890 mit dem Brunner'schen Apparat gemessen worden war, im Februar 1896 von J. selbst ausgeführt, stimmen unter sich auf $^1/_{100000}$, ihr Mittel weicht aber um $^1/_{25000}$ von der richtigen Länge ab, was dadurch erklärt wird, dass die Etalonirung der zwei Drähte vor der Messung nicht mit genügender Sorgfalt, nach der Messung garnicht mehr ausgeführt werden konnte. An sich reicht übrigens die Genauigkeit von $^1/_{50000}$, selbst $^1/_{25000}$ für Basismessung II. O. aus und jedenfalls ist Jäderin's Methode als wenig kostspielig, einfach und rasch anzuerkennen, wie das ja auch allgemein geschehen ist. *Hammer.*

Ueber die Verschiebungen von Alhidade gegen Limbus bei den Repetitionstheodoliten französischer Form.

Von Landmesser Nippa. *Zeitschr. f. Vermess.* **25.** *S. 675. 1896.*

Bekannt ist die Untersuchung von Friebe über die regelmässigen Fehler der Repetitionsmessung der Horizontalwinkel (vor allem des Mitschleppens des Limbus bei der Drehung der Alhidade) bei Theodoliten Reichenbach'scher Bauart. Die hier angezeigte Abhandlung beschäftigt sich mit derselben Untersuchung für die „französische“ Anordnung der Achsen, wobei die Alhidade *in*, der Limbus aber ausserhalb *auf* der Büchse des Dreifusses sich dreht, sodass eine direkte Berührung zwischen Alhidaden- und Limbus-Zapfen nicht stattfindet, und wobei die grobe Limbusdrehung durch eine Ringklemme (starkes Bremsband) gehemmt wird. Die untersuchten Instrumente sind ein Schraubenmikroskop- und ein Skalenmikroskop-Theodolit dieser Bauart von Hildebrand in Freiberg mit 17 *cm* Durchmesser und $^1/_6$°-Theilung. Das Ergebniss ist, dass auch hier gegenseitige Beeinflussung der Kreise stattfindet und dass insbesondere die Ringklemme unbedingt zu verwerfen ist. *Hammer.*

Das Beil-Planimeter.

Von Oberingenieur Gentilli. *Schweiz. Bauzeitung.* **28.** *S. 61. 1896.*

Noch ein Aufsatz über das Stangen-Schneidenplanimeter, der eine anschauliche Erklärung der Wirkungsweise des Instruments zu geben versucht. Die Arbeit ist von Interesse; schade, dass sich der Verfasser mit Ermittelung des theoretischen Maximalfehlers begnügt und nicht zugleich wirkliche Genauigkeitsversuche anstellt und mittheilt, was bei den sich widersprechenden Ansichten über die praktischen Leistungen des Instruments mindestens ebenso erwünscht wäre. Merkwürdig, mit welcher Zähigkeit bei jedem neu auftauchenden Näherungsapparat ähnlicher Art manche (meist s. g. „Praktiker“) sich darauf versteifen, mit dem Apparat Dinge machen zu wollen, die er nicht leisten kann, und mit welcher Beharrlichkeit andere (meist s. g. „Theoretiker“) ihn in jedem Fall „verwerfen“ wollen, eben weil er nicht „genau genug“ arbeitet, obgleich er zugestandenermaassen nur ein Näherungsapparat ist und es doch leicht wäre, zu entscheiden, ob er für diesen oder jenen Zweck genügt oder nicht. *Hammer.*

Das Mönkemöller'sche Planimeter.

Von Oberlandmesser Hüser. *Zeitschr. f. Vermess.* **25.** *S. 443. 1896.*

Bericht über auffallend günstige Messungsergebnisse mit dem Mönkemöller'schen Planimeter (Abänderung des alten Harfen- oder Faden-Planimeters) auf Plänen im Maassstab 1 : 1000. *Hammer.*

Technische Untersuchung über die Rektifikation der Ellipse und die elliptischen und hyperelliptischen Integrale.

Von V. Willot. *Ann. des Ponts et Chaussées (7)* **6.** *S. 22. 1896.*

Der Verfasser sucht zuerst Formeln zur genäherten Rektifikation des Ellipsenumfangs. Er stellt neben die Formel von Boussinesq (R Halbmesser eines Kreises, dessen Umfang gleich dem der Ellipse mit den Halbachsen a und b ist):

$$R < \frac{3}{2}\,\frac{a+b}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{ab}\,,$$

die erst in Gl_4 (ε^2 als Gl_1) vom richtigen Werth abweicht, die neue, ebenso genaue, aber bereits etwas komplizirtere:

$$R > 3\sqrt{\frac{a+b}{2}\cdot\sqrt{ab}} - 2\sqrt{ab}\,.$$

Für manche praktischen Zwecke von Interesse ist besonders Kapitel II über die genäherte Rektifikation von Ellipsenbögen, und besonders wegen dieses Kapitels glaubte ich die Abhandlung anzeigen zu sollen. *Hammer.*

Neu erschienene Bücher.

Handbuch der Vermessungskunde. Von Prof. Dr. W. Jordan. Dritter Band. Landesvermessung und Grundaufgaben der Erdmessung. Vierte verbesserte und erweiterte Auflage. XX, 593 und [64] S. Hülfstafeln. Stuttgart, J. B. Metzler. Preis 12,80 M.

Mit dem vorliegenden dritten Bande ist die vierte, bedeutend erweiterte Auflage von Jordan's Handbuch der Vermessungskunde, dessen ersten und zweiten Band wir bereits früher besprochen haben (*diese Zeitschr.* **14.** *S. 65. 1894*; **16.** *S. 95. 1896*) vollständig abgeschlossen. Das uneingeschränkte Lob, das wir den früheren Abschnitten des ausgezeichneten Werkes ertheilen konnten, gilt auch in gleicher Weise von dem dritten Bande. Es ist wiederum anzuerkennen, wie der unermüdliche Verfasser sich keine Mühe hat verdriessen lassen, um alle neuen Erscheinungen auf dem lebhaft vorwärtsschreitenden Gebiete der Geodäsie zu berücksichtigen, und wie es ihm gelungen ist, den umfangreichen Stoff auszufeilen und abzuklären. Wenn auch die Leser dieser Zeitschrift direkt nur an dem instrumentellen Theile des Buches interessirt sind, so dürfte doch ein kurzes Eingehen auf den Inhalt des theoretischen Theiles für die zahlreichen technischen Kreise unter den Lesern von Interesse sein.

Der vorliegende dritte Band behandelt *die Landesvermessung und die Grundaufgaben der Erdmessung.* Vorangeschickt ist die interessante Rede, welche der Verfasser bei Gelegenheit der 25-jährigen Jubelfeier des deutschen Geometervereins „Ueber die Entwicklung des deutschen Vermessungswesens im 19. Jahrhundert" gehalten hat. Die Einleitung zu dem Bande selbst behandelt in einem kurzen Abriss die Geschichte der Erdmessung. Das sich hieran anschliessende I. Kapitel ist der *Triangulirung erster Ordnung* gewidmet und enthält alles, was für die Praxis der Grundlage einer Landesvermessung zu wissen nöthig ist. Nachdem Aufsuchung und Auswahl der Dreieckspunkte, Pfeilerbau und Signalbau besprochen sind, werden zunächst die Instrumente und Apparate behandelt, welche bei Triangulationen erster Ordnung gebraucht werden, sowie die Methoden der Fehleruntersuchung dieser Apparate entwickelt; nacheinander werden Heliotrope, Fehleruntersuchung bei Theodoliten, Normalmaasse, Komparatoren, Maassbestimmungen und Basisapparate abgehandelt; letzteren ist, entsprechend ihrer Wichtigkeit, besondere Sorgfalt und ein breiter Raum gewidmet. Hieran schliessen sich eingehende Erörterungen über die geschichtliche Entwicklung der Basismessungen, sowie über die gegenwärtig bei diesen grundlegenden Operationen üblichen Methoden. Es folgen praktische Winke über die Anlage der Dreiecksnetze, Anordnung der Messungen, über die Grösse der zu verwendenden Instrumente, über Fehlerfortpflanzung in schematischen Dreiecksnetzen und über Seitenrefraktion. Neu

hinzugefügt sind diesem Kapitel Mittheilungen über unsere gegenwärtige Kenntniss der Veränderlichkeit der Polhöhe (Schwankung der Erdachse) und einige kurze Bemerkungen über die Bedeutung der geographischen Koordinaten in der Geodäsie; es ist nicht recht ersichtlich, warum diese an sich sehr nützlichen Zusätze gerade diesem Kapitel einverleibt worden sind.

Das II. Kapitel giebt die Hauptformeln der sphärischen Trigonometrie und die gebräuchlichsten Reihenentwicklungen.

Im III. Kapitel findet man die Dimensionen des Bessel'schen Erdellipsoïds, sowie der davon abhängigen, in der Geodäsie verwendeten Konstanten, ferner die Ableitung von Ausdrücken für die Krümmungsradien, den Meridianbogen und die Oberfläche des Rotationsellipsoïds.

Das IV. Kapitel behandelt das sphärische Dreieck. Mittels Reihenentwicklungen werden die Reduktionsglieder des schiefwinkligen sphärischen Dreiecks auf das entsprechende ebene mit denselben Seiten abgeleitet. (Erweiterter Legendre'scher Satz.) Die *allgemeine* Aufgabe, ein beliebiges geodätisches Dreieck auf ein ebenes mit denselben Seiten zu reduziren, die hier hätte angeschlossen werden können, wird im X. Kapitel behandelt.

Die Theorie der geodätischen Linie, ihr Verlauf zwischen den beiden Vertikalschnitten in ihren Endpunkten, der Einfluss verschiedener Höhen derselben, sowie ihre Bedeutung für die praktische Vermessung wird im VI. Kapitel gegeben.

Die meisten Ergänzungen und Weiterführungen haben die für die Praxis wichtigen Kapitel V, VII, VIII und IX über *geodätische Koordinaten* erfahren, deren Ausbau zu einem nicht geringen Theile Jordan selbst zu verdanken ist. Die Ergebnisse der praktischen Beobachtungen werden bekanntlich durch geographische Koordinaten oder durch rechtwinklige Koordinaten festgelegt. Beispielsweise giebt die Königl. Preussische Landesaufnahme, ausser den sogenannten Polarkoordinaten, den Entfernungen und Richtungen der trigonometrischen Punkte, die geographischen Positionen und die ebenen rechtwinkligen Koordinaten der Stationen. Die ebenen rechtwinkligen Koordinaten werden durch eine konforme Doppelprojektion des Ellipsoïds auf die Kugel und der Kugel auf die Ebene erhalten. Die Preussische Katasterverwaltung dagegen benutzt die sogenannten Soldner'schen oder kongruente Koordinaten, welche dieselbe Grösse wie auf dem Ellipsoïd haben; das ganze Landesgebiet ist hierbei in 40 Koordinatensysteme eingetheilt. Um daher die Beobachtungen der Landesmessungen praktisch nutzbar zu machen, sind folgende Aufgaben zu lösen: Bestimmung der Koordinaten des Endpunktes einer geodätischen Linie, wenn die Koordinaten des Anfangspunktes, die lineare Länge der geodätischen Linie und der Ausgangs-Richtungswinkel gegeben sind, ferner Ableitung der Entfernung zweier Punkte und der Richtungswinkel aus rechtwinkligen Koordinaten, seien diese nun kongruente Soldner'sche oder konforme Gauss'sche Koordinaten.

Alles dies wird in grosser Ausführlichkeit und Vollständigkeit entwickelt. Man findet die Formeln für die konforme Uebertragung der Kugel auf die Ebene, des Ellipsoïds auf die Ebene, des Kegels auf die Ebene (Mecklenburgische Landesvermessung) und die konforme Abbildung des Ellipsoïds auf die Kugel. Zu bemerken ist noch die kritische Untersuchung über die konformen oder kongruenten Koordinaten, die zu Gunsten der ersteren ausfällt (§ 89). In den §§ 73 bis 77 und im IX. Kapitel werden endlich für kürzere und längere Entfernungen die Aufgaben behandelt: Aus der linearen Länge und dem Azimuth im Ausgangspunkt einer geodätischen Linie und der geographischen Position des Anfangspunktes die geographische Breite, Länge und das Azimuth im Endpunkte, und umgekehrt aus den geographischen Positionen des Anfangs- und Endpunktes die Bogenlängen der geodätischen Linien und ihre Azimuthe zu bestimmen. Diesen Kapiteln ist zur Erleichterung der Rechnungen eine grosse Anzahl von Tafeln beigefügt.

Das XI. und das XII. Kapitel wenden sich den Aufgaben der höheren Geodäsie zu, Bestimmung des günstigsten Referenzellipsoïds und von Lothabweichungen, wobei die von Helmert entwickelten modernen Methoden gebührende Berücksichtigung finden.

Zum Schlusse muss betreffs der Anordnung des Stoffes anerkannt werden, dass auf diejenigen Abschnitte, welche für das erste Verständniss des Studirenden geeignet sind, besonders aufmerksam gemacht ist. Der Lernende ist somit im Stande, schwierigere Kapitel einer späteren Erkenntnissperiode vorzubehalten. Aber nicht allein für den Studirenden ist Jordan's Handbuch der Vermessungskunde ein empfehlenswerthes Unterrichtswerk; es ist vielmehr auch für den reiferen Fachmann ein werthvolles Handbuch und Jedem, der mit der Vermessungswissenschaft zu thun hat, ein unentbehrliches Hülfsmittel. *W.*

Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften. Nr. 80—85. 8°. Leipzig, W. Engelmann.

80. Theorie der Luftschwingungen in Röhren m. offenen Enden. Von H. Helmholtz. (1859.) Hrsg. v. A. Wangerin. 132 S. Kart. 2,00 M.

81. Experimental-Untersuchungen üb. Elektrizität v. Mich. Faraday. (Aus den *Philosoph. Transact. f. 1832.*) Hrsg. von A. J. v. Oettingen. 96 S. m. 41 Fig. Kart. 1,50 M.

82. Systematische Entwickelung der Abhängigkeit geometrischer Gestalten v. einander, m. Berücksicht. der Arbeiten alter u. neuer Geometer üb. Prismen, Projektionsmethoden, Geometrie der Lage, Transversalen, Dualität u. Reciprocität u. s. w. v. Jac. Steiner. 1. Thl. Hrsg. v. A. J. v. Oettingen. 126 S. m. 14 Fig. u. 2 Taf. Kart. 2,00 M.

83. Dasselbe. 2. Thl. Hrsg. v. A. J. v. Oettingen. 162 S. m. 2 Fig. u. 2 Taf. Kart. 2,40 M.

R. Fricke, Hauptsätze der Differential- u. Integral-Rechnung, als Leitfaden zum Gebrauch bei Vorlesungen zusammengestellt. 1. Thl. gr. 8°. IX, 80 S. m. 45 Fig. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn. 2,00 M.

H. Wild, Verbesserte Konstruktionen magnetischer Unifilar-Theodolite. (Aus: „*Mémoires de l'acad. imp. des sciences de St. Pétersbourg*".) gr. 4°. 31 S. m. 5 Taf. St. Pétersbourg. Leipzig, Voss' Sort. in Komm. 11,00 M.

W. E. Ayrton, *Practical Electricity. Laboratory and lecture course for first year Students of Electrical Engineering, based on the international definitions of the Electrical Units. Re-written. Vol. I: Current, pressure, resistance, energy, power, cells.* 8°. 662 S. m. 247 Fig. London 1896. Geb. 9,50 M.

Notiz.

Zu meiner Mittheilung über das Hamann'sche Planimeter (*diese Zeitschr.* **16.** *S. 361. 1896*) sind mir eine Anzahl von Zuschriften zugekommen, die ebenso wie die in *dieser Zeitschr.* **17.** *S. 54. 1897* veröffentlichte Notiz von Hrn. Prof. Dr. Bohn betonen, dass auch schon früher Polarplanimeter mit $C = 0$ ausgeführt worden sind (Abschnitt 3 meiner Mittheilung). Ich darf vielleicht hier vorläufig darauf hinweisen, dass mir dies nicht unbekannt war; jedoch hat meines Wissens keines dieser Instrumente in der Praxis irgend welche Verbreitung gefunden. Das von Hrn. Bohn *a. a. O.* vorgeschlagene konnte mir allerdings nicht bekannt sein, da es noch nicht ausgeführt und nichts darüber veröffentlicht ist; ich gestatte mir aber auch gleich hier zu bemerken, dass die für den Fall „Pol innerhalb der Figur" vorhandene *Additionskonstante C* von Hrn. Bohn *a. a. O.* und in seiner „Landmessung" (Berlin 1886) *S. 110* nicht richtig angegeben wird. Wäre die Angabe $C = \pi\,(b^2 - 2\,b e)$, wo b die Entfernung zwischen Fahrstift und Gelenk und e die Entfernung zwischen Rollenrand und Gelenk bedeutet, richtig, so würde ja auch für diesen Fall, ebenso wie für Pol ausserhalb der Figur, die Länge des Polarms (Entfernung zwischen Gelenk und Pol) garnicht in Betracht kommen, was bekanntlich nicht zutrifft.

Uebersehen habe ich in meiner Mittheilung aber allerdings, dass auch der Hamann'sche Schubkurbelmechanismus in der Anwendung auf das Polarplanimeter schon früher ziemlich ausführlich erläutert worden ist, und zwar in der Schrift des um die Planimeter so sehr verdienten (damaligen Bauamtmanns, jetzigen) Reg.- und Kreisbauraths Hohmann in Regensburg: „Das freischwebende Präzisionsplanimeter etc., mit einem Anhang: Variationen verschiedener Polarplanimeter-Konstruktionen", Erlangen 1883 (vgl. *S. 23 u. 24* und Taf. II. Fig. 9); über weiteres ($C = 0$) s. *ebend. S. 30* und Fig. 12 auf Taf. III. Ich werde in kurzem in einem Nachtrag zu meiner oben genannten Mittheilung auf die Sache zurückkommen. *Hammer.*

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktionskuratorium:

Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender, Prof. Dr. **A. Westphal**, geschäftsführendes Mitglied, Prof. Dr. **E. Abbe**, Dr. **H. Krüss**.

Redaktion: Dr. **St. Lindeck** in Charlottenburg-Berlin.

XVII. Jahrgang. **April 1897.** Viertes Heft.

Das Helmholtz'sche absolute Elektrodynamometer.

Von
Dr. **K. Kahle** in Charlottenburg.

Das im Folgenden zu beschreibende Instrument ist schon früher[1]) von mir eingehend behandelt. Während damals mehr Gewicht auf die Mittheilung der Versuche und der Messungsergebnisse gelegt wurde, sollen hier die konstruktiven Einzelheiten ausführlichere Berücksichtigung finden.

Das Instrument ist noch zu Lebzeiten des Präsidenten von Helmholtz nach seinen Plänen in der Werkstatt der Reichsanstalt unter Herrn Franc von Liechtenstein angefertigt. Es hat bis zu seiner endgültigen Fertigstellung verschiedene Entwicklungsstufen durchgemacht, bei deren Durchbildung auch die Herren Kreichgauer und Jaeger betheiligt sind.

Das Prinzip des Helmholtz'schen Elektrodynamometers ist kurz das folgende. Das Drehmoment zweier aufeinander senkrechten Spulen, von denen die eine die andere umschliesst, wird durch Wägung bestimmt. Die elektrodynamischen Konstanten werden dabei nicht aus den nur ungenau bestimmbaren Dimensionen der Spulen berechnet, sondern sie werden auf einen einfachen Stromlauf von genau ausmessbaren Dimensionen zurückgeführt, der nicht, wie sonst üblich, kreisförmig, sondern viereckig gewählt ist.

Als wesentliche Theile des Instrumentes unterscheiden wir daher in der jetzt zu beginnenden Beschreibung: das Stromviereck und das Elektrodynamometer.

Vorausgeschickt soll noch werden, dass sämmtliche bei der Herstellung des Instrumentes verwandten Materialien eisenfrei sind, wie in jedem Falle mittels eines Bifilarmagnetometers festgestellt wurde.

Beschreibung des Instrumentes.

A. Das Stromviereck.

Der durch Fig. 1 dargestellte viereckige Stromlauf wird aus 0,1 *mm* dickem und 22 *mm* breitem Kupferband gebildet, das von Sy & Wagner in Berlin bezogen und über einen viereckigen Rahmen mit verstellbaren Ecken gespannt ist. Dieser besteht aus dreikantigen, hohlen Messingstäben T, die an den Ecken über entsprechend geformte Zapfen der Platten P geschoben und mit ihnen verlöthet sind. Der Träger steht auf zwei Füssen, die auf dem unten näher zu beschreibenden Dreifuss D festgeschraubt sind.

Das Viereck ist aus zwei gleichen Bändern B_1 und B_2 zusammengesetzt; jedes

[1]) Kahle, *Wied. Ann.* ***59.*** *S. 532. 1896.*

ist über eine abgerundete Ecke geführt, und die zusammengehörigen Enden beider werden in den Klemmen Z und S zusammengehalten, welche scharfe Ecken bilden.

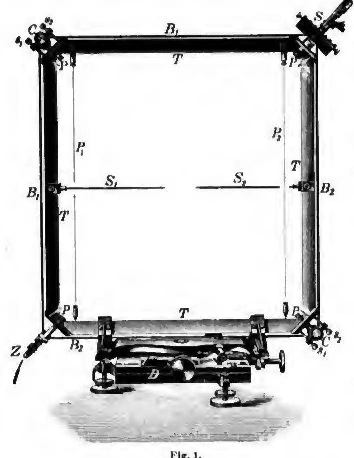


Fig. 1.

An den abgerundeten Ecken laufen die Bänder über Glaszylinder C von 14 *mm* Durchmesser, die an den Enden in Messingringen mit Ansätzen für drei Stellschrauben gefasst sind. Von diesen sind nur die vorderen s_1 und s_2 zu sehen; an der hinteren Fassung ist für die dritte Schraube ein senkrecht zur Ebene der Zeichnung verlaufender Ansatz angebracht. Die Stellschrauben ruhen in kleinen Vertiefungen der Eckplatten P. Von jeder Fassung läuft noch ein Messingstab nach unten, durchsetzt die Eckplatten und trägt an seinem unteren Ende eine Mutter. Hierdurch werden die Böcke am Herunterfallen gehindert, wenn sie nicht durch die Bänder gehalten werden.

Die Einzelheiten der scharfen Ecke Z sind durch Fig. 2 dargestellt. Die Bänder liegen hier in einer Klemme, die annähernd in der Richtung der Diagonale des Vierecks auf den Stangen A_1 und A_2 zu verschieben ist. Die eine Backe B_1 umfasst die andere B_2 an beiden Seiten und wird hier von den Stangen A_1 und A_2 in ihrer Längsrichtung durchsetzt. Die von den Backen eingeschlossenen Bänder b_1 und b_2 sind von einander durch einen 0,1 *mm* dicken Glimmerstreifen i,

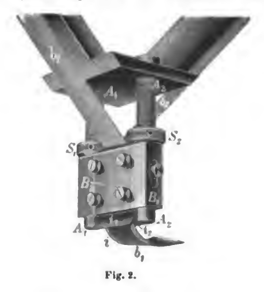


Fig. 2.

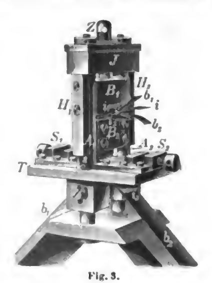


Fig. 3.

von den Backen durch Streifen i_1 und i_2 aus paraffinirtem Papier isolirt. Gegen die Spannung der Bänder wird die Klemme durch die Muttern S_1 und S_2 gehalten.

Etwas verwickelter ist die Einrichtung der durch Fig. 3 dargestellten Ecke S. Die Bänder liegen auch hier zwischen zwei Backen B_1 und B_2, die längs der Stangen A_1 und A_2 zu verschieben sind. Die Ecke des Bandvierecks wird jedoch nicht durch

diese Klemme, sondern durch einen Schlitz bestimmt, den die beiden mittels Schrauben auf dem Tischchen T verstellbaren Schlitten S_1 und S_2 bilden. Das Tischchen besitzt zwei nach unten verlaufende, von den Stangen A_1 und A_2 durchsetzte Ansätze und kann ebenfalls längs dieser Stangen verschoben werden. Die Ecke kann somit durch Verschieben des Tischchens in Richtung der Diagonale des Vierecks und durch Verschieben des Schlitzes auch senkrecht dazu verstellt werden.

Die Backe B_1 erstreckt sich hinter der Backe B_2 hin und ist an den Seiten der Rundung der Stäbe A_1 und A_2 entsprechend ausgehöhlt. In den oberen Theil der Backe B_1 greift die Zugschraube Z ein, die zum Spannen der Bänder dient und im Joch J gelagert ist. Sie trägt oben eine Theilung, um den angewandten Zug reguliren zu können.

Beim Anspannen der Bänder wirkt auf das Tischchen T eine nach oben gerichtete Zugkraft. Um ihr entgegenzuwirken, sind an den Stangen A_1 und A_2 die Messingleisten H_1 und H_2 verschraubt, die von den Stellschrauben s (nur die vordere ist in der Fig. zu sehen) durchsetzt sind. Letztere werden soweit herausgeschraubt, dass sie das Tischchen T berühren und so eine Verschiebung desselben nach oben verhindern.

Die Bänder b_1 und b_2 sind in ähnlicher Weise, wie oben beschrieben, durch die Streifen i_1 und i_2 aus paraffinirtem Papier von den Backen B_1 und B_2 und von den Schlitten S_1 und S_2 isolirt. Von einander sind sie nur zwischen den Backen B_1 und B_2 durch einen gleichen Streifen i getrennt, zwischen den Schlitten S_1 und S_2 liegen sie ohne Zwischenlage aufeinander, wenn der Schlitz geschlossen ist.

An weiterem Zubehör des Vierecks sind in Fig. 1 noch die beiden Senkel P_1 und P_2 und die in die vertikalen Seiten des Rahmens eingeschraubten Stangen S_1 und S_2 zur Darstellung gebracht. Mit Hülfe der ersteren lässt sich das Viereck bei Aenderungen seiner Aufstellung wieder in die alte Lage bringen, letztere dienen dazu, das Viereck zur Stromwaage zu orientiren.

Das ganze Viereck steht auf dem Dreifuss D, der in seinen Einzelheiten durch Fig. 4 zur Anschauung gebracht wird. Er ermöglicht, dem Viereck in gewissen Grenzen jede beliebige Feinverschiebung zu ertheilen. Seine Grundplatte G ist unten durch Rippen versteift und ruht auf drei mit Theilkreisen versehenen Fussschrauben F_1, F_2 und F_3. An seinen Längsseiten sind die beiden Leisten L_1 verschraubt, die dem Schlitten S_1 die Führung geben. Seine Verschiebung wird mit Hülfe der Mikrometerschraube s_1 bewerkstelligt und an der Theilung dieser, sowie an den Theilungen A und B abgelesen. Auf dem Schlitten S_1 bewegt sich ein zweiter Schlitten S_2 senkrecht zu ersterem zwischen den Leisten L_2 und wird mittels der Mikrometerschraube s_2 und mittels der Theilungen C und D eingestellt. Der Schlitten S_2 trägt in seiner Mitte einen Zapfen Z, um den die Platte P drehbar ist. Auf den vier Vorsprüngen der letzteren sind die Füsse des Bandvierecks verschraubt. Zur Drehung der Platte P dient die Schraube s_3, die auf dem Schlitten S_2 in dem Winkelstück p_1 gelagert ist und gegen die Platte drückt. Ihr Kopf besitzt auf der Stirnseite eine Theilung, vor der ein dreikantiger Stift spielt. Der federnde Stift s in der Buchse B, die mittels der Platte p_2 auf dem Schlitten S_2 befestigt ist, drückt die Platte P jeder Zeit gegen die Schraube s_3.

Die Anbringung der Bänder auf dem Rahmen geschieht in folgender Weise. Je ein Ende beider wird durch den Schlitz geführt und mit der nöthigen Isolation in der Klemme S festgelegt. Das obere Band wird dann von oben herum, das untere von unten herum über die abgerundeten Ecken durch die Klemme Z geführt, die

ohne Einfügung von Isolation soweit geschlossen wird, dass sich die Bänder noch eben in ihr bewegen können. Nachdem der Rahmen sodann auf einen festen Tisch durch Schraubzwingen sicher befestigt ist, werden die Bänder durch Anhängen von Gewichten etwa auf die gleiche Spannung gebracht.

Zunächst richtet man die Bänder roh aus, indem man mit dem Taster feststellt, dass die Bandseiten überall denselben Abstand von der ihnen zugekehrten Fläche des Rahmens haben. Die Stellung der Klemme *S* bleibt dabei fest, und Aenderungen werden nur an den beiden runden Ecken durch Verstellen der Stellschrauben und

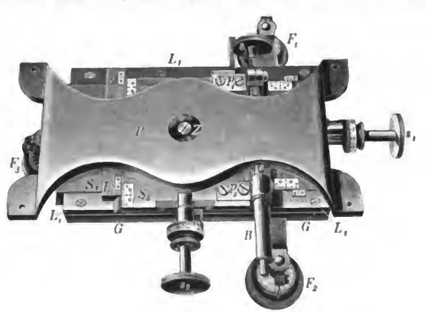


Fig. 4.

an der Ecke *Z* durch Verschiebung der Klemme vorgenommen. Hierauf fügt man an der Ecke *Z* die nöthigen Isolationen ein und nimmt die feinere Justirung vor dem Kathetometer vor.

Eine dabei stattfindende Aenderung der Spannung der Bänder lässt sich, wenn sie für beide denselben Betrag hat, mittels der Zugschraube *Z* (Fig. 3) ausgleichen. Hat sich die Spannung der Bänder ungleich geändert, so lässt man zunächst beide Bänder mittels der Zugschraube nach, verschiebt nach Oeffnen der Klemme *Z* (Fig. 1) die Bänder um eine Kleinigkeit gegeneinander und zieht nach dem Schliessen der Klemme *Z* die Zugschraube wieder an. Dass beide Bänder gleiche Spannung haben, lässt sich am leichtesten durch die Tonhöhe der angezupften Bandseiten feststellen.

B. Das Elektrodynamometer.

Das durch Fig. 5 dargestellte Elektrodynamometer ist eine besonders fest konstruirte Waage, auf deren Balken die bewegliche Spule steht und deren Kasten von den festen Spulen eingeschlossen wird. Die übliche Schneide, auf der der Waagebalken ruht, ist durch einen Zylinder ersetzt, der auf zwei Bändern, den Stromzuführungen zur beweglichen Spule, rollt.

Die Grundplatte *G* der Waage wird von den Mikrometerschrauben F_1, F_2 und F_3 getragen und von dem Boden *B* des Waagekastens überdeckt, den eine starke Messingplatte bildet. Sie ruht an ihren Enden auf den geschliffenen Flächen E_1 und E_2 der Grundplatte *G* und besitzt in der Mitte einen nach unten verlaufenden Zapfen, der sich in dem durchbohrten Zapfen *Z* der Grundplatte *G* dreht. Auf diese Weise sind Durchbiegungen des Bodens ausgeschlossen, die bei der weiter unten erwähnten Empfindlichkeit des Apparates gegen Neigungen feinere Messungen unmöglich ge-

macht hätten. Um den Waagekasten zu drehen, dienen die Schrauben D, die zu beiden Seiten der Nase N angebracht sind.

Das Gerüst des Waagekastens besteht aus vierkantigen, hohlen Messingstäben. Von diesen sind T_1, T_2, T_3, T_4 auf Zapfen der Bodenplatte B verlöthet und durch Querstäbe H verbunden, von denen nur der vordere sichtbar ist. Auf jedem der letzteren sind zwei kurze Stäbe t_1 und t_2 angebracht, die im Verein mit den Stäben T_1, T_2 und T_3, T_4 an jeder Seite des Kastens die unten näher zu beschreibende Befestigungsvorrichtung für die Bänder tragen. Der Kasten ist durch Messingplatten und, wo nöthig, durch Glas-Fenster und -Thüren verschlossen. Letztere sind in der Figur der freieren Durchsicht halber entfernt.

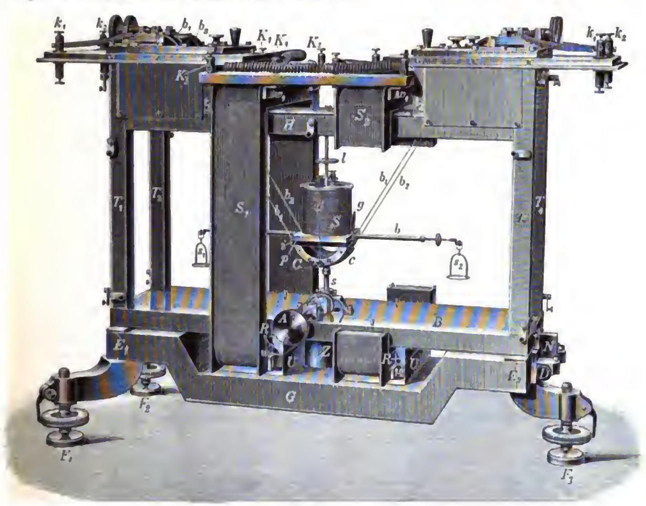


Fig. 5.

Zur Befestigung der äusseren, 8 *cm* von einander entfernten Spulen S_1 und S_2 besitzt der Boden B des Waagekastens an seiner Unterseite zwei Paar Rippen, von denen in der Figur nur die rechten R zu sehen sind. Die Messinghülsen der Spulen sind durch kleine Winkel w an den U-förmigen Messingstücken U befestigt. Vor Anbringung der Bodenplatte B auf der Grundplatte G werden diese U-Stücke mit den Spulen von unten über je ein Rippenpaar gelegt und durch Schrauben befestigt. Zwischen den Spulen und der Grundplatte G bleibt dabei der nöthige Spielraum, um eine Drehung des Waagekastens gegen die Grundplatte zu ermöglichen. Oben an den Spulen sind mittels der Winkel w_1 Hartgummileisten angebracht, die für jede Spule vier Klemmen K_1, K_2, K_3, K_4 tragen.

Der Rahmen jeder der beiden festen Spulen aus 1 *mm* starkem Messingblech ist 25 *cm* hoch, 17 *cm* breit und 5 *cm* tief und hat 2,5 *cm* hohe Flansche. Der Wicklungsraum ist mit Taffet ausgekleidet. Jede Spule besteht aus 225 Doppelwindungen eines

doppelt mit weisser Seide umsponnenen, 1 *mm* dicken Kupferdrahtes in 15 Lagen. Die beiden Wicklungen jeder Spule und diese selbst sind hintereinandergeschaltet. Ihr Gesammtwiderstand ist 14,3 *Ohm*. Die Spulen sind mit Schellacklösung getränkt. Der Isolationswiderstand jeder Wicklung gegen die andere und gegen den Rahmen betrug nach dem Trocknen des Schellacks mehr als 10^8 *Ohm*.

Das bewegliche System besteht ausschliesslich aus Aluminium und umfasst das Zylinderringsegment C von 6 *cm* Durchmesser, den darüberliegenden Waagebalken b und die auf diesem stehende Spule S. Es wiegt im Ganzen 260 *g* und ist an zwei Silberbändern b_1 und b_2 von 0,005 *mm* Dicke und 3 *mm* Breite aufgehängt, die unter ihm herlaufen und mit ihren Enden oben im Waagekasten befestigt sind. Das Ringsegment C ist in der Mitte senkrecht zu seiner Achse durchschnitten. Die beiden 2 *mm* von einander entfernten Hälften werden durch isolirte Querstangen und durch die Aluminiumplatte p zusammengehalten. Letztere ist von dem Ringsegment durch einen viereckigen Hartgummirahmen i isolirt. In die obere Fläche der Platte p ist eine kreisförmige Vertiefung eingedreht, in die die Spule S mit zwei Stellstiften einpasst.

Als bewegliche Spule kann die eine oder die andere von zwei Spulen mit annähernd gleichen Abmessungen, aber mit verschiedener Bewicklung gewählt werden. Den Rahmen einer jeden bildet ein nahezu 5 *cm* langes Aluminiumrohr von 4 *cm* lichter Weite und von 2,5 *mm* Wandstärke mit 2 *mm* dicken und 6,5 *mm* hohen Flanschen von gleichem Material.

Die Spulen sind gleichzeitig mit zwei doppelt mit weisser Seide umsponnenen Aluminiumdrähten bewickelt. Dies Metall wurde gewählt, da für dasselbe das Verhältniss zwischen Leitungsvermögen und spezifischem Gewicht günstiger ist als beim Kupfer. Die Wicklung wurde direkt auf den Rahmen gebracht und mit höchster Sorgfalt ausgeführt. Sie ist nicht mit Schellacklösung getränkt. Der Isolationswiderstand jeder Wicklung gegen die andere und gegen den Rahmen war bei beiden Spulen von derselben Grössenordnung wie bei den festen Spulen.

Die vier Zuführungsklemmen liegen auf demselben Spulenflansche und auf einer Geraden, die bei der endgültigen Aufstellung des Instrumentes in die Fläche des Bandvierecks fällt. Zu den beiden inneren Klemmen führen die Anfänge, zu den äusseren die Enden der Wicklungen. Der eine Draht hat somit bereits eine halbe Windung zurückgelegt, wenn er den Anfang des anderen erreicht; der letztere ist dementsprechend am Ende um eine halbe Windung weiter geführt als der erstere.

Die folgende Tabelle enthält die näheren Angaben über die beiden beweglichen Spulen.

Spule	Drahtdicke (ohne Umspinnung) in Millimeter	Anzahl der Lagen	Anzahl der Windungen	Innerer Durchmesser der untersten Lage in Zentimeter	Aeusserer Durchmesser der obersten Lage in Zentimeter	Abstand der Flanschen in Zentimeter	Widerstand beider Wicklungen in Ohm
I	0,6	8	$8 \times 35 \times 2 = 560$	4,47	5,52	5,03	8,97
II	0,7	6	$6 \times 31 \times 2 = 372$	4,47	5,32	4,96	4,72

Das eine Ende der Spulenwicklung ist durch den Draht d mit der vorderen Hälfte des Ringsegmentes C verbunden, das andere Ende in gleicher Weise mit der hinteren Hälfte. Die beiden Hälften stehen ihrerseits wieder durch die unter ihnen herlaufenden Silberbänder b_1 und b_2 mit den beiden Klemmenpaaren k_1 und k_2 auf dem Deckel des Waagekastens in Verbindung. Die Klemmen k_1 sind, ebenso wie

die Klemmen k_2, unter einander verbunden, sodass der bei k_1 eingeführte und bei k_2 abgeführte Strom sich auf die rechte und linke Hälfte jedes der Bänder gleichmässig vertheilt. Von der Befestigung ihrer Enden soll weiter unten die Rede sein.

Der Waagebalken b bildet ein Stück mit der Platte p und hat kreisförmigen, nach den Enden zu abnehmenden Querschnitt. An die Enden sind zwei gekröpfte Messingtheilchen gelöthet, die von unten her durch zwei Messingschräubchen mit Platin-Iridium-Spitzen durchbohrt werden. Auf diesen hängen in Achatpfannen die Aluminiumschälchen s_1 und s_2. Ausser zwei kleinen Laufgewichten auf dem Waagebalken ist noch das Laufgewicht l zur Regulirung der Empfindlichkeit vorgesehen und läuft auf einer Aluminiumstange, die in der Platte p befestigt ist. Zur Ablesung der Einstellung der Waage dient der Spiegel g.

Die Arretirung des beweglichen Systems bewerkstelligt ein Zahngetriebe, das bei Drehung der Schraube A das gebogene Messingblech c gegen das Zylindersegment C anhebt. Der Stift s durchsetzt das Messingblech c und ragt nach dem Arretiren durch eine Erweiterung des Schlitzes zwischen den beiden Hälften des Zylindersegmentes C, sodass sich dieses im arretirten Zustand nicht seitlich verschieben kann.

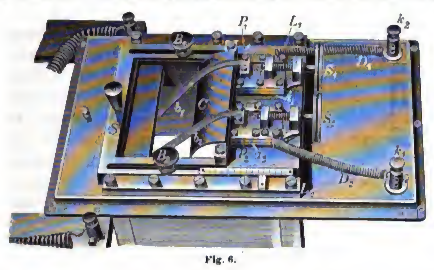


Fig. 6.

Die Aufhängungsbänder des beweglichen Systems sind an dem Zylindersegment C durch darüber geschraubte, kleine Aluminiumplättchen befestigt. Ihre Enden sind unter einem Winkel von etwa 55° zum Deckel des Waagekastens geführt und hier in Klemmen gefasst, die sich jede für sich und beide gemeinsam mit ihrer Unterlage in der Längsrichtung des Waagekastens verschieben lassen.

Die näheren Einzelheiten dieser Befestigung zeigt Fig. 6. Auf je zweien der Eckpfeiler des Waagekastens und auf je zwei benachbarten der kurzen Pfeiler t (Fig. 5) ruht an jedem Ende des Kastens ein viereckiger Messingrahmen. Auf seinen in die Längsrichtung des Kastens fallenden Seiten sind zwei Leisten L_1 und L_2 verschraubt, die dem zur Hälfte durchbrochenen Schlitten S die Führung geben. Zu seiner Befestigung dienen die Schrauben B_1 und B_2, zur Ablesung seiner Einstellung der vorn sichtbare Maassstab und Index. Auf diesem Schlitten sind zwei Messingplatten A_1 und A_2 angebracht und durch Hartgummistücke i_1 und i_2 von ihm isolirt. Auf jeder von diesen läuft zwischen aufgeschraubten Leisten ein kleiner Schlitten s_1 bezw. s_2 und ist durch die Schrauben S_1 und S_2 verstellbar, die in Ansätzen der Platten A_1 und A_2 gelagert sind. An diesen kleinen Schlitten sind mittels der darüber geschraubten Plättchen P_1 und P_2 die Bänder b_1 und b_2 befestigt. Sie treten durch die Durchbrechung des grossen Schlittens S in das Innere des Waagekastens ein und sind, um beim Austritt aus den Klemmen scharfe Knickungen zu vermeiden, über ein Viertel-

theil eines Glasrohres C von etwa 6 *cm* Durchmesser geführt, dessen obere Kante genau in die Ebene der Schlitten s_1 und s_2 fällt.

Unterhalb der Leisten L_1 und L_2 ist an dem darunterliegenden Rahmen ein zweiter Rahmen aus dünnem Messingblech befestigt, auf den ein in der Fig. fehlender Holzdeckel zum Abschliessen des Waagekastens passt. Der Raum zwischen den beiden Rahmen ist mit Holz ausgekleidet, auf dem die Klemmen k_1 und k_2 befestigt sind. Von ihnen führen Drahtspiralen D_1 und D_2 zu den Klemmen der Aufhängebänder.

Die Aufhängung des beweglichen Systems geschieht in folgender Weise. Zunächst befestigt man die Mitten der Bänder auf dem Zylindersegment und stellt dieses auf die Arretirungsvorrichtung. Dann führt man die Enden der Bänder durch die Befestigungsklemmen, zieht jedes soweit an, dass es gespannt erscheint und schliesst die Klemmen.

Beim Lösen der Arretirung muss sich das bewegliche System ganz allmählich abheben und, sowie die beiden Zylindersegmente C und c (Fig. 5) einander nicht mehr berühren, unbehindert durch den Fortsatz des Stiftes s frei schwingen. Ist dies nicht der Fall, so hat man je nach Bedarf die Schlitten S, s_1 und s_2 (Fig. 6) an beiden Enden des Waagekastens zu verstellen. Zur Verschiebung des beweglichen Systems in der Längsrichtung des Kastens verstellt man beide Schlitten S in gleichem Sinne um den gleichen Betrag. Durch Verschieben derselben in einander entgegengesetztem Sinne lässt sich die Neigung der Bänder ändern. Verschiebungen des beweglichen Systems in der Querrichtung des Kastens und Neigungen der Achse des Zylinders gegen den Horizont werden durch Nachlassen oder Anziehen beider Enden eines Bandes um den gleichen Betrag ausgeführt. Zur Drehung der Achse um die Vertikale hat man ein Ende des einen Bandes anzuziehen und das benachbarte des anderen um den gleichen Betrag nachzulassen. Neigungen der Spulenachse gegen die Vertikale in der Längsrichtung des Kastens lassen sich am einfachsten durch Verstellen der Fussschraube F_3 ausführen.

Anwendung des Instrumentes.

Das Instrument ist in der Reichsanstalt zur absoluten Bestimmung eines Stromes benutzt, der durch die Spannung des Clark-Elements festgelegt ist. Die dabei angewandten Messmethoden sollen hier nur in grossen Zügen vorgeführt werden, wegen näherer Einzelheiten ist meine oben erwähnte Abhandlung einzusehen. Die Aufgabe zerfällt in zwei Theile, in die Bestimmung der elektrodynamischen Konstante des Apparates und in die eigentliche Stromwägung.

A. Die Bestimmung der elektrodynamischen Konstante.

Wir verstehen unter dieser Konstante die Kraftwirkung, welche beide Spulensysteme auf einander ausüben, wenn sie ein Strom von der Einheit der Stärke durchfliesst. Um bei der Stromwägung mit bequem messbaren Kräften arbeiten zu können, war es nöthig, die beiden Spulensysteme einander nahe zu bringen und mit vielen Windungen zu versehen. Die Kraftwirkung lässt sich unter diesen Umständen mit der nöthigen Schärfe nicht direkt durch Rechnung bestimmen. Sie wird deshalb durch Vergleichung mit der Wirkung des Stromvierecks auf die in seiner Mitte befindliche bewegliche Spule gefunden, die einer genauen Berechnung zugänglich, für eine direkte Bestimmung durch Wägung jedoch zu schwach ist.

Eine allgemeine Lösung dieses Problems hat Herr W. Wien[1]) gegeben, nach

[1]) W. Wien, *Wied. Ann.* **59.** *S. 523. 1896.*

dessen Formeln die Rechnung mit Hülfe des Herrn Diesselhorst geführt ist. Letzterer[1]) hat inzwischen neue Formeln für die Kraftwirkung des Vierecks abgeleitet, die bequemer zu handhaben sind und dasselbe Resultat lieferten. Zur Berechnung der Kraftwirkung hat man die Seitenlängen des Vierecks und das magnetische Moment der beweglichen Spule genau zu kennen, während die Bandbreite des Vierecks und die Dimensionen der beweglichen Spule nur angenähert bekannt zu sein brauchen.

Die Seitenlängen des Vierecks sind durch Messungen der Bandabstände an je drei Punkten der beiden Kanten des Bandes bestimmt. Die Längen betragen etwa 56 und 61 *cm* und zeigten natürlich für die verschiedenen Punkte kleine Abweichungen von einander, die zum grössten Theil davon herrühren, dass die Bänder nicht genau parallel sind, und die sich leicht auf $^1/_{10}$ *mm* einschränken lassen. Durch Einführung der Mittelwerthe in die Rechnung erhält man dann die Kraftwirkung sicher auf $^1/_{10000}$ richtig.

Die Momente der beiden Spulen, von denen die eine oder die andere als bewegliche benutzt werden kann, sind nach der Methode von F. Kohlrausch[2]) ermittelt, wobei an Stelle der Tangentenbussole das Stromviereck benutzt wurde.

Die Vergleichung der Kraftwirkung der festen Spulen mit derjenigen des Bandvierecks auf die bewegliche Spule findet in der Aufstellung des Dynamometers statt, in der auch die Stromwägung vorgenommen wird. Das Bandviereck und das Dynamometer werden in solche Lage zu einander gebracht, dass sich die bewegliche Spule genau in der Mitte des ersteren befindet. Hierzu dienen die Stangen S_1 und S_2 in Fig. 1, deren Spitzen zuvor mit Hülfe des Kathetometers justirt sind und deren Abstand von einander nur wenig grösser als der Durchmesser der beweglichen Spule ist. Mit Hülfe der Feinverschiebungen am Stativ des Bandvierecks lassen sich diese Spitzen der Spulenmitte genau gegenüber bringen. Zuvor ist dafür Sorge zu tragen, dass die Fläche des Bandvierecks und die Drehungsachse des Balkens der Stromwaage in den magnetischen Meridian fallen und dass die Achse der beweglichen Spule vertikal steht.

Die Vergleichung der Kraftwirkungen wird als Nullmethode ausgeführt; sie erfordert grosse Sorgfalt, da es sich um Drehmomente handelt, die durch 15 *mg* auf einer der Waageschalen kompensirt waren. Ein Strom wird zwischen dem Bandviereck und den festen Spulen so getheilt, dass die einander entgegenwirkenden Theilströme die von einem besonderen Strome durchflossene bewegliche Spule nicht ablenken. Dann verhalten sich die Kraftwirkungen von dem Viereck und den festen Spulen umgekehrt wie die sie durchfliessenden Ströme. Hierzu dient die durch Fig. 7 abgebildete Versuchsanordnung.

Der durch den Kommutator C_1 umkehrbare Strom einer Akkumulatorenbatterie B von 32 *Volt* theilt sich in einem Verzweigungswiderstand, der die genau bekannten Widerstände W_1 und W_2 von 0,1 bezw. 190 *Ohm* enthält, in zwei Zweige. Der eine (1) durchfliesst das Stromviereck und den Ballastwiderstand W_3, der andere (2) die festen Spulen und den Rheostaten W_4. Die Theilströme werden mit Hülfe von W_3 und W_4 so regulirt, dass sie keine Wirkung auf die aus einer Zweigleitung (3) gespeiste bewegliche Spule ausüben, der der Widerstand W_5 und der Kommutator C_2 vorgeschaltet ist.

Sind dann die Widerstände W_1 und W_2 so bemessen, dass sie sich umgekehrt wie die sie durchfliessenden Ströme verhalten, so bleibt das an ihren Enden an-

[1]) Diesselhorst, Inaug.-Diss., Berlin. 1896.

[2]) F. Kohlrausch, *Götting. Nachr. 1882. S. 654; Wied. Ann.* **18.** *S. 513. 1883.*

liegende, durch den Schlüssel S einzuschaltende Galvanometer G stromlos, und das gesuchte Verhältniss der Wirkungen ist gleich dem der Widerstände. Diese letzteren haben in Wirklichkeit nur angenähert die erforderlichen Werthe. Das Verhältniss der elektrodynamischen Wirkungen ergiebt sich dann dadurch, dass man durch Aenderung von W_4 einmal die festen Spulen und zum anderen das Stromviereck etwas überwiegen lässt und in jedem Falle die Ablenkung der beweglichen Spule unter Umlegen von C_1, sowie den Werth des Nebenschlusses W_n bestimmt, der an W_2 zu legen ist, um das Galvanometer G stromlos zu machen. Man kennt damit für zwei Ablenkungen der Spule die entsprechenden Stromverhältnisse und kann daraus das gesuchte Verhältniss interpoliren, für das die Spule in Ruhe bleibt.

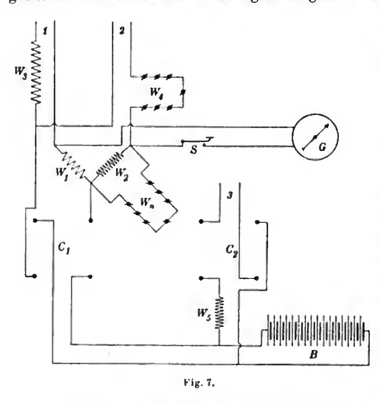


Fig. 7.

Um messbare Kraftwirkungen zu erzielen, hat man die Ströme im Kreise des Vierecks und der beweglichen Spule so kräftig zu wählen, wie mit Rücksicht auf die Erwärmung beider zulässig ist. Das Bandviereck erträgt Ströme bis 40 *Ampère*, die grosse Konstanz besitzen müssen. Die Widerstände W_1 und W_3 sind dementsprechend dimensionirt. Sie sind von O. Wolff, Berlin, aus Manganinblech hergestellt und befinden sich in Petroleumbädern, die durch Wasser gekühlt und durch Turbinen gerührt werden. In Folge der Erwärmung der Kupferbänder ändert sich ihre Spannung und damit ihre gegenseitige Lage, die jedoch durch Anziehen der Schraube Z (Fig. 3) leicht wiederhergestellt werden kann. Um die Bänder vor unregelmässiger Abkühlung durch Luftzug zu schützen, die Widerstands- und Stromschwankungen im Kreise des Bandvierecks verursacht, ist bei diesen Versuchen über Bandviereck und Dynamometer ein Pappkasten mit den nöthigen Oeffnungen zu decken.

Die bewegliche Spule I erträgt etwa $1/4$ *Ampère*, wenn die Direktionskraft des beweglichen Systems so weit geschwächt ist, dass die Steifigkeit der Aufhängebänder die Einstellung noch nicht unsicher macht. Bei stärkeren Strömen geräth sie in Folge der von ihr aufsteigenden Luftströme in Schwingungen, die eine genaue Ablesung der Ruhelage ausschliessen. Die Erwärmung der dünnen Stromzuführungsbänder, die nur die Hälfte des Spulenstromes führen, ist zu gering, um störend zu wirken. Um jederzeit einen stationären Zustand zu haben, ist es rathsam, die bewegliche Spule dauernd unter Strom zu lassen. Die Gewichtsabnahme, die die Spule in Folge der Stromwärme erfährt, ist bei der gewählten Anordnung ohne Einfluss auf die Einstellung der Waage. Hierin liegt ein wesentlicher Vorzug des Helmholtz'schen Elektrodynamometers vor anderen absoluten Strommessern.

Die Hauptschwierigkeit bei diesen Versuchen bildet eine genügend erschütterungsfreie und vor Temperatureinflüssen geschützte Aufstellung des Apparates, der sehr empfindlich gegen Neigungen in seiner Längsrichtung ist und es in dieser Hinsicht bei geeigneter Ausführung mit dem Horizontalpendel aufnehmen kann. Bei den

hier gewählten Verhältnissen bewirkte jede der zu vergleichenden Wirkungen eine Drehung der beweglichen Spule um 2,5°, bei Neigung des Instrumentes um 1″ drehte sie sich um 3,4′. Eine ungleiche Erwärmung der beiden Schmalseiten des Instrumentes wirkt wegen der damit verbundenen Niveauänderung der Aufhängepunkte der Bänder ähnlich und ist daher gleichfalls auszuschliessen. Durch Aufstellung des Instrumentes im Kellergeschoss der Anstalt auf dem Fundamente des Gebäudes und durch Ueberdeckung des ganzen Apparates mit dem Pappkasten gelang es, dieser Schwierigkeiten Herr zu werden.

Der geringe Einfluss des Erdmagnetismus auf das Resultat, der von der ungenauen Orientirung des Instrumentes zum magnetischen Meridian herrühren könnte, wird mit Hülfe des Kommutators C_1 eliminirt. Die Stellung des Kommutators C_2 bleibt im Laufe einer Messungsreihe, die zur Bestimmung des Verhältnisses dient, unverändert, da in seiner einen Lage die Vertikalkomponente des Erdmagnetismus verstärkend, in der anderen schwächend auf die Direktionskraft des beweglichen Systems einwirkt.

Der Einfluss der Zuleitungen zum Viereck wird besonders bestimmt, indem man dasselbe durch Oeffnen des Schlitzes an der Spannvorrichtung S (Fig. 1) unterbricht und die Zuleitung vor Eintritt in die Klemme Z kurz schliesst. Es genügt, diese Grösse, die nur wenige Zehntausendstel der Gesammtwirkung ausmacht, für einen in der Mitte des Vierecks befindlichen Magneten zu ermitteln und den gefundenen Betrag als Wirkung der Zuleitung auf die bewegliche Spule in Rechnung zu setzen.

Die Schwingungsdauer des beweglichen Systems betrug bei diesen Messungen etwa 5 Sekunden; die Vortheile einer weiteren Steigerung der Empfindlichkeit wären durch die grössere Unsicherheit der Einstellung illusorisch geworden. Unter diesen Umständen entsprach einer Aenderung der Kraftwirkung um 1% ein Doppelausschlag von etwa 3 *mm* bei 3 *m* Skalenabstand. Die Einstellung liess sich durch Schwingungsbeobachtungen auf $^1/_{20}$ *mm* bestimmen.

B. Die Stromwägung.

Die Ausführung einer solchen Wägung bietet keine Schwierigkeit, da man, ohne durch Stromwärme behindert zu sein, verhältnissmässig kräftige Wirkungen erzielen kann. Die Direktionskraft des beweglichen Systems muss dabei verstärkt werden, da jetzt die Waage häufiger zu arretiren ist. Die Stromstärke in der beweglichen Spule kann dementsprechend erhöht werden; für Spule I ist ein Strom von 0,4 *Ampère*, für Spule II ein solcher von 0,6 *Ampère* zulässig.

Durchfliesst ein konstanter Strom i die beiden Spulensysteme des Dynamometers in Hintereinanderschaltung und hält dem Gewichte p am Waagenarm l das Gleichgewicht, so ist

$$i^2 h_s f = p\,l\,g, \text{ also } i = \sqrt{\frac{p\,l\,g}{h_s f}}.$$

Hier bedeutet h_s die mittlere Feldstärke, welche die von der Stromeinheit durchflossenen festen Spulen an den Enden der beweglichen Spule erzeugen, f ist die Windungsfläche der letzteren oder ihr Moment für die Einheit der Stromstärke, und g bezeichnet die Schwerebeschleunigung. Die Konstante h_s für die festen Spulen ist aus der entsprechenden rechnerisch gefundenen Konstante für das Bandviereck abzuleiten, deren Verhältniss zu der ersteren nach Obigem bekannt ist. Die Länge l des Waagearms ist der halbe Abstand der beiden Spitzen, der leicht mit Hülfe des Kathetometers zu bestimmen ist. Die Ungleichheit der Waagebalken wird durch Doppelwägung eliminirt, wobei man den Strom in den festen Spulen umkehrt.

Für die hier vorgenommene absolute Messung wurde der Strom gewählt, dessen Spannung an den Enden eines Widerstandes von etwa 4 *Ohm* ein H-förmiges Clark-Element[1]) bei 0° kompensirt. Diesem Strom von etwa 0,36 *Ampère* hält ein Gewicht von 0,362 *g* auf einer der Waagschalen annähernd die Waage. Fig. 8 stellt die Versuchsanordnung dar. Der Strom einer Akkumulatorenbatterie *B* von 32 *Volt* durchfliesst das Dynamometer, und zwar bei (1) die bewegliche Spule und bei (2) die festen Spulen, und wird mittels des Widerstandes W_2 so regulirt, dass er an den Enden des Widerstandes W_1 und des zugehörigen Nebenschlusses W_n das Clark-Element *Cl* kompensirt. Dies wird mit Hülfe des Galvanometers *G* nachgewiesen. Je nach dem Werthe von W_n ist die zur Kompensation nöthige Stromstärke verschieden und wird in jedem Falle mittels W_2 auf den richtigen Betrag gebracht. Durch Interpolation aus zwei Werthen von W_n wird derjenige bestimmt, für den der zugehörige Kompensationsstrom das Gewicht auf der Waagschale des Elektrodynamometers im Gleichgewicht hält.

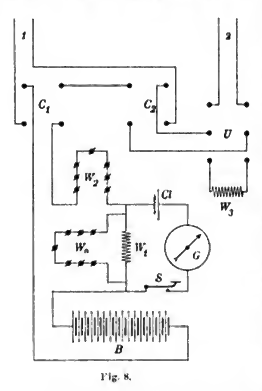


Fig. 8.

Der Kommutator C_1 kehrt den Strom im gesammten Dynamometerkreise um und bleibt im Laufe einer Messungsreihe unverändert. Mittels des Kommutators C_2 wird zur Vornahme der Doppelwägungen die Stromrichtung in den festen Spulen vertauscht. Der Umschalter *U* dient dazu, an Stelle der festen Spulen einen Widerstand W_3 von gleichem Betrage einzuschalten, damit der Stromkreis der beweglichen Spule bei Bestimmung der Ruhelage der Waage nicht unterbrochen zu werden braucht.

Die Waage hatte bei diesen Messungen eine Schwingungsdauer von 2 bis 3 Sekunden und eine Empfindlichkeit von etwa 5 *mm* für 1 *mg* bei 3 *m* Skalenabstand.

Die Messungen ergeben die elektromotorische Kraft des Clark-Elementes bei 0° nach der Formel

$$e = W_0 \sqrt{\frac{p\, l\, g}{n\, h_v f}},$$

wo W_0 den Werth der beiden parallel geschalteten Widerstände W_1 und W_n bezeichnet, wenn der sie durchfliessende Strom das Gewicht p und die elektromotorische Kraft e kompensirt. Statt h_s in der Formel auf Seite 107 ist $n\, h_v$ eingeführt, d. h. die Konstante des Vierecks multiplizirt mit ihrem Verhältniss zu derjenigen der festen Spulen. In diese Formel sind auf Grund der angestellten Messungen folgende Zahlengrössen einzuführen:

$W_0 = 3{,}9853$ *internat. Ohm*	$n = 1812{,}31$
$p = 0{,}36197$ *g*	$H = 0{,}193159$ [$cm^{\frac{1}{2}}\, g^{\frac{1}{2}}\, sek^{-1}$]
$l = 14{,}4228$ *cm*	$f = 11\,073{,}0$ cm^2.

Setzt man $g = 981{,}25$ *cm* für den Standpunkt des Instrumentes, so wird

$$e = 1{,}4488 \text{ Volt bei } 0^\circ.$$

Silbervoltametrische Messungen, die an denselben Elementen und unter Benutzung desselben Widerstandes von 4 *Ohm* angestellt wurden, lieferten, wie im dies-

[1]) Ueber die Herstellung s. Kahle, *diese Zeitschr.* **13.** *S. 191. 1893.*

jährigen Thätigkeitsberichte[1]) der Reichsanstalt mitgetheilt ist, unter den dort näher beschriebenen Versuchsbedingungen

$$e = 1{,}4490 \; Volt \text{ bei } 0^{\circ}.$$

Hierbei wurde die Annahme gemacht, dass die Einheit der Stromstärke, das *Ampère*, in der Stunde 4,025 *g* Silber niederschlägt.

Man erkennt aus der guten Uebereinstimmung, dass die oben beschriebene absolute Strommessung nahezu denselben Werth für die Einheit der Stromstärke geliefert hat, der bisher angenommen wurde.

Ueber eine besondere Form invariabler Pendel.

Von
Prof. Dr. **J. Wilsing.**

Herr v. Sterneck hat mit dem von ihm konstruirten, unveränderlichen Halbsekundenpendel Bestimmungen der relativen Schwere ausgeführt, welche eine ausgezeichnete Genauigkeit besitzen[2]). Diesen Messungen schlossen sich in den letzten Jahren diejenigen des Königl. Geodätischen Instituts an, welche durch Verfeinerung der Messungsmethode mit Erfolg eine weitere Steigerung der Sicherheit der Ergebnisse anstrebten[3]). Die Fehler der auf den einzelnen Stationen beobachteten Schwingungszeiten setzen sich, neben den unvermeidlichen Fehlern des angenommenen Uhrgangs, wesentlich aus langsam fortschreitenden Veränderungen der Pendellänge[4]) und aus Fehlern in der Annahme der jeweiligen Temperatur der Apparate zusammen. Obgleich die Aenderung der Schwingungsdauer während des ganzen Zeitraums der Messungen durchschnittlich nur einige Einheiten der 6. Dezimale betrug und bei den in neuerer Zeit angefertigten Apparaten geringer zu sein scheint, bringt dieselbe doch insofern eine gewisse Unsicherheit in die Bestimmungen, als die Aenderungen der verschiedenen Pendel gleiches Vorzeichen besitzen, sodass ihr Betrag unvermindert in den Mittelwerth aus allen Messungen auf der Station eingeht. Ich vermuthe, dass die Ursache dieser gleichartigen Aenderungen der Pendellänge in thermischen Nachwirkungen zu suchen ist. Herr Thiesen[5]) hat bezüglich derartiger, noch nach Jahren merklicher Nachwirkungen eine bemerkenswerthe Hypothese entwickelt, welche diese lange Dauer erklärt und die von ihm vertretene Ansicht anschaulich macht, dass im Allgemeinen das Volumen eines Körpers nicht allein von seiner augenblicklichen Temperatur, sondern auch von dem Wege abhängt, auf welchem der Körper auf die Endtemperatur gebracht wird. Aus Messungen der Länge eines Zinkstabes bei 0° C. ergab sich, dass im Allgemeinen eine allmählich fortschreitende Verkürzung des frisch gegossenen Stabes stattfand, während eine vorübergehende Erwärmung auf 100° C. meist wieder eine merkliche Verlängerung verursachte (*S. 131 a. a. O.*). Bei gleichzeitig angefertigten und bei ihrer Herstellung hohen Temperaturen

[1]) Der Bericht wird demnächst in dieser Zeitschrift veröffentlicht werden. — Die Red.

[2]) Der neue Pendelapparat des K. K. militär-geographischen Instituts. *Diese Zeitschr.* **8.** *S. 157. 1888.*

[3]) Bestimmung der Polhöhe und der Intensität der Schwerkraft auf 22 Stationen von der Ostsee bei Kolberg bis zur Schneekoppe. Berlin, P. Stankiewicz. 1896.

[4]) Relative Schwerebestimmungen durch Pendelbeobachtungen. Ausgeführt durch die K. u. K. Kriegsmarine in den Jahren 1892—1894. *S. 431* und *Veröffentlichungen des Königl. Geodätischen Instituts a. a. O. S. 168 u. 286.*

[5]) *Wissenschaftl. Abhandl. d. Phys.-Techn. Reichsanstalt* **2.** *S. 75. 1895.*

ausgesetzten Pendeln würde man hiernach eine langsame Verkürzung der Schwingungsdauer zu erwarten haben, wie sich thatsächlich aus den Beobachtungen ergiebt. Der Vorgang ist ganz analog dem Ansteigen des Nullpunkts bei *neuen* Thermometern, welches durch die allmähliche Zusammenziehung der Glaskugel verursacht wird und als eine thermische Nachwirkung zu betrachten ist, welche nach den Untersuchungen der Hrn. Wiebe, Schott und Weber am stärksten bei gleichzeitig Kali und Natron enthaltenden Gläsern, am geringsten bei reinen Kalk-Kali- und Kalk-Natron-Gläsern auftritt.

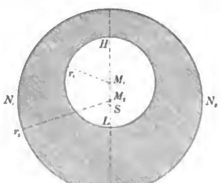
Die grosse Genauigkeit, welche die Beobachtungen der Schwingungsdauer selbst besitzen, rechtfertigt aber den Versuch, den Betrag jener Unsicherheiten noch weiter herabzudrücken.

Von diesem Standpunkt aus habe ich mir die Frage vorgelegt, ob nicht andere Formen des Pendels, als die von Hrn. v. Sterneck gewählte — schwere Linse an verhältnissmässig dünner Stange — Vortheile besitzen; denn die Unveränderlichkeit dieses Pendels wird durch seine Zusammensetzung aus verschiedenen Theilen und mit Rücksicht auf die thermischen Nachwirkungen durch die bei der Herstellung erforderliche Behandlung im Feuer gefährdet. Eine Beseitigung dieser Uebelstände lässt sich erreichen, wenn man die Annäherung an die Form des einfachen Pendels zu Gunsten grösserer Symmetrie der Massenvertheilung um die Schwingungsachse aufgiebt. Auch lässt sich in diesem Falle noch einer Bedingung genügen, von der die Unveränderlichkeit des Pendels wesentlich abhängt.

Wenn l die Länge des einfachen Pendels von gleicher Schwingungsdauer, MK^2 das Trägheitsmoment um eine zur Schneide parallele Achse durch den Schwerpunkt und s die Entfernung der letzteren von der Schneide ist, so folgt aus $l = \frac{M(K^2+s^2)}{Ms}$

$$\frac{dl}{l} = \frac{dK^2}{K^2+s^2} + \left(\frac{2s}{K^2+s^2} - \frac{1}{s}\right) ds = \frac{dK^2}{K^2+s^2} + \left(\frac{2}{l} - \frac{1}{s}\right) ds.$$

Soll die Pendellänge durch Veränderungen der Entfernung von Schwerpunkt und Schneide nicht geändert werden, so muss also $s = l/2$, folglich $K^2 = s^2$ sein. Der folgende Fall, in welchem diese Bedingung erfüllt werden kann, möge näher betrachtet werden.



Das Pendel bestehe aus einer kreisförmigen Achatscheibe vom Radius r_2 und der Dicke D. Parallel der Achse ist die Scheibe durchbohrt, und zwar sei r_1 der Radius der kreisförmigen Oeffnung und d der Abstand ihrer Mitte M_1 von der Mitte der ganzen Scheibe M_2 (vgl. die Figur). Durch diese Oeffnung wird die Schneide gesteckt, welche nach Art der amerikanischen invariabeln Pendel[1]) fest mit der Konsole verbunden ist. Das Pendel berührt die Schneide in der Linie H, wo die durch die Achsen M_1, M_2 gelegte Ebene den inneren Kreis schneidet. Dann ist, wenn noch mit μ und M Dichtigkeit und Masse des Pendels bezeichnet werden, das Trägheitsmoment um die Schwingungsachse

$$M(K^2+s^2) = {}^3/_2\, \mu\, \pi\, (r_2^4 - r_1^4) + \mu\, \pi\, r_2^2\, [(d+r_1)^2 - r_2^2]$$

und die Entfernung des Schwerpunktes S von H

$$s = r_1 + \frac{r_2^2\, d}{r_2^2 - r_1^2}.$$

[1]) T. C. Mendenhall, *On the Use of Planes and Knife-edges in Pendulums for Gravity Measurements. Amer. Journ. of Science* (3) **45.** *S. 144. 1893.*

In Verbindung mit der Bedingungsgleichung: $K^2 = s^2 = \frac{l^2}{4}$ liefern diese Ausdrücke die Relationen

$$(r_2^2 - r_1^2)\left[\frac{3}{2}(r_1^2 + r_2^2) - \frac{l^2}{2}\right] + r_2^2[(d + r_1)^2 - r_2^2] = 0,$$

$$d = \left(\frac{l}{2} - r_1\right)\frac{r_2^2 - r_1^2}{r_2^2},$$

welche für eine bestimmte Pendellänge l und den Radius r_1 die Werthe r_2 und d geben. Durch Elimination von d aus der ersten Gleichung erhält man

$$(r_2^2 - r_1^2)\left[r_2^4 + r_2^2\left(r_1^2 - \frac{l^2}{2}\right) - 2 r_1^2\left(r_1 - \frac{l}{2}\right)^2\right] = 0.$$

Die Wurzel $r_2 = r_1$ liefert keine praktisch brauchbare Lösung, während der zweite Faktor für r_2 giebt

$$r_2^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{l^2}{2} - r_1^2\right) + \sqrt{\frac{1}{4}\left(\frac{l^2}{2} - r_1^2\right)^2 + 2 r_1^2\left(\frac{l}{2} - r_1\right)^2}.$$

Verlangt man z. B., dass das Pendel Viertelsekunden schwingen soll, und wählt $r_1 = 2{,}000$ *cm*, so ergiebt sich mit $l = 6.212$ *cm* ($g = 9{,}810$ *m*)

$$r_1 = 2{,}000\ cm \qquad d = 0{,}828\ cm$$
$$r_2 = 3{,}989\ cm \qquad s = 3{,}106\ cm.$$

Vergrössert man das Pendel im Verhältniss ε, so wird die Länge des entsprechenden einfachen Pendels $6{,}212\,\varepsilon$ *cm*.

Die genaue Erfüllung der Bedingungen $s = l/2$ und $K^2 = s^2$ lässt sich praktisch leicht kontroliren, wenn man die Schwingungsdauer des Pendels auch um die durch L gehende Achse bestimmt und den Durchmesser $2\,r_1$ misst. Sind nämlich t_1 und t_2 die Schwingungszeiten um die Achsen H und L, s_1 und s_2 die Entfernungen des Schwerpunkts von den Achsen, so hat man:

$$t_1^2 = \frac{\pi^2}{g}\,\frac{K^2 + s_1^2}{s_1} \qquad K^2 = s_1^2$$
$$t_2^2 = \frac{\pi^2}{g}\,\frac{K^2 + s_2^2}{s_2} \qquad s_1 + s_2 = 2\,r_1.$$

Die Elimination von K^2, s_1 und s_2 aus diesen 4 Gleichungen ergiebt eine Bedingung, der t_1 und t_2 genügen müssen. In dem hier betrachteten Falle ist $t_1 = 0{,}250$ Sek., $t_2 = 0{,}343$ Sek.

Da kleine Aenderungen von s keinen Einfluss auf die Schwingungsdauer haben, so bleiben auch Verschiebungen der Auflagepunkte unmerklich. Doch wird es in Verbindung mit einer passenden Arretirungsvorrichtung leicht gelingen, den Betrag der seitlichen Verschiebung der Schwingungsachse auf 0,1 *mm* herabzudrücken.

Gegen Veränderungen des Trägheitsmoments $M K^2$ ist dieses Pendel etwa doppelt so empfindlich, als das gewöhnliche Pendel, dessen Länge von der Entfernung des Schwerpunkts von der Achse wenig verschieden ist. Doch sind die wesentlichsten Deformationen, welche durch die Schwerkraft hervorgebracht werden, bei relativen Bestimmungen ohne Bedeutung, da man nur nöthig hat, das Pendel zwischen den einzelnen Messungen so aufzubewahren, dass seine Symmetrieachse vertikal gerichtet ist, und der Stützpunkt bei H liegt. Wird der Rand der Achatscheibe, deren Dicke $D = 2{,}0$ *cm* zu wählen wäre, bei N_1 und N_2 eben abgeschliffen und polirt, so können die Schwingungen in der gewöhnlichen Weise durch Spiegelablesung beobachtet werden. Sehr bequem würde sich in diesem Falle auch die Vogel'sche Methode zur Bestimmung der Koïnzidenzen mit dem Uhrpendel anwenden lassen[1]).

[1]) Ueber eine Methode der Koïnzidenzbestimmung bei Pendelmessungen. *Carl's Repertorium* *17. S. 337.*



Das beschriebene Achatpendel dürfte, rein vom mechanischen Standpunkt betrachtet, hohen Anforderungen bezüglich der Unveränderlichkeit seiner Schwingungsdauer entsprechen. Ferner fällt die hauptsächlichste thermische Störung, welche in der starken Erhitzung des Pendels bei seiner Herstellung besteht, hier fort, und langanhaltende thermische Nachwirkungen sind aus diesem Grunde nicht zu befürchten. Dagegen vermag das Pendel wegen der geringen Wärmeleitungsfähigkeit des Achats trotz seiner verhältnissmässig grossen Oberfläche nur sehr langsam Wärmeschwankungen in der Umgebung zu folgen. Diese Eigenschaft ist aber sehr vortheilhaft, wenn man das Pendel in einem Kasten bei einer bestimmten konstanten Temperatur schwingen lässt, welche man so wählt, dass sie die höchste der bei den Messungen vorkommenden Lufttemperaturen übertrifft. Ist die Amplitude der Temperaturschwankungen im Innern des Kastens während der Zeit der Beobachtung nur gering, so wird das Mittel der am Thermometer abgelesenen Temperaturen um so weniger von der wahren Temperatur des Pendels abweichen, je grösser die thermische Trägheit des letzteren ist. Die Grösse der Abweichungen lässt sich leicht nach der von Herrn Hartmann[1]) entwickelten Methode schätzen.

Vermuthlich wird auch ein beträchtlicher Theil der thermischen Nachwirkungen, welche hier nur von dem Verlauf der Temperaturkurve des Pendels zwischen den einzelnen Messungsreihen abhängen, beseitigt werden, wenn die Temperaturkurve des Pendels unmittelbar vor den Messungen stets in gleicher Richtung, hier also, nach Einbringung des Pendels in den Wärmekasten, in steigendem Sinne läuft.

Als zweites Beispiel möge ein Metallpendel von ähnlicher Form betrachtet werden, bei dem die Schneide am Pendel befestigt ist. Wenn $r_1 - \delta$ der Abstand der Schneidenkante von M_1 ist, so führen die Bedingungsgleichungen für die Unveränderlichkeit, wenn die Masse der Schneide selbst vernachlässigt wird, zu dem Ausdruck

$$r_2^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{l^2}{2} - r_1^2\right) + \sqrt{\frac{1}{4}\left(\frac{l^2}{2} - r_1^2\right)^2 + 2\,r_1^2\left(\frac{l}{2} - r_1 + \delta\right)^2},$$

und

$$d = \left(\frac{l}{2} - r_1 + \delta\right)\frac{r_2^2 - r_1^2}{r_2^2}.$$

Soll das Pendel Viertelsekunden schwingen und wählt man $r_1 = 2{,}000$ *cm*, $\delta = 0{,}300$ *cm*, so findet man: $r_2 = 4{,}033$ *cm*, $d = 1{,}060$ *cm*.

Die Erfüllung der Invariabilitätsbedingung macht das Pendel, welches am besten aus einer wenige Millimeter starken vergoldeten Messingplatte besteht, gegen kleine Verschiebungen der Schneide unempfindlich, während es seiner grossen Oberfläche und geringen Masse wegen Temperaturänderungen in seiner Umgebung rasch zu folgen vermag. Dieses Pendel ist jedoch wegen der thermischen Störung bei der Herstellung in der ersten Zeit Nachwirkungen in höherem Maasse unterworfen, als das Achatpendel.

Wie gross die thermischen Nachwirkungen bei Messing sind, ist nicht bekannt. Dagegen sind dieselben für einige Glassorten von Hrn. Thiesen mit grosser Genauigkeit bestimmt worden. Bezeichnet man mit Hauptausdehnung diejenige, welche eintritt, „wenn der Körper sehr schnell von der einen Temperatur auf eine andere gebracht wird", mit normaler Ausdehnung diejenige, welche man nach Ablauf aller thermischen Nachwirkungen beobachtet, so findet Herr Thiesen[2]) für einen Stab aus

[1]) Ueber einen Satz der Thermometrie. *Diese Zeitschr.* **17.** *S. 14. 1897.*

[2]) *a. o. a. O.* **S.** *172.*

Jenaer Glas 59^{III}, welches derartigen Nachwirkungen am wenigsten ausgesetzt ist, als Unterschied beider Ausdehnungen

$$\alpha = 10^{-6}\left[8{,}1\frac{\tau}{100} - 2{,}4\left(\frac{\tau}{100}\right)^2\right],$$

wenn τ die Temperatur bezeichnet. Mit dem Unterschied der kubischen Ausdehnungen a findet man aber unmittelbar das Maximum λ der Unsicherheit, der die Temperaturverbesserung der Schwingungsdauer unterliegt: $\lambda = \frac{a}{3}\,\frac{\text{Schwingungsdauer}}{2}$. Betragen die Temperaturänderungen, denen ein aus diesem Glase angefertigtes Pendel während der ganzen Zeit von Beginn bis Schluss der Messungen ausgesetzt ist, 20° C., so erhält man für ein Viertelsekundenpendel $\lambda = 7 \cdot 10^{-8}$ Sek. Ein derartiges Pendel würde also praktisch keine thermischen Nachwirkungen mehr zeigen, wenn es erst geraume Zeit nach seiner Anfertigung in Gebrauch genommen wird.

Während die grössere Symmetrie der Massenvertheilung um die Schwingungsachse den Schwerpunkt des Pendels der letzteren näher bringt, und damit auch die Wirkung des Mitschwingens von Stativ und Pfeiler auf die Schwingungsdauer vermindert wird, bewirkt der geringere Abstand von Schwerpunkt und Schwingungsachse im Allgemeinen eine Vermehrung des Einflusses, welchen die von der Figur und Beschaffenheit von Schneide und Lager abhängigen Kräfte auf die Schwingungen haben. Die folgenden Betrachtungen berechtigen aber zu der Erwartung, dass die *Veränderungen* dieser Kräfte von Messung zu Messung, welche bei relativen Bestimmungen allein Bedeutung haben, ausserordentlich klein sind. Eine numerische Bestimmung der Wirkung dieser Kräfte, welche bei Beobachtungen mit schnell schwingenden Pendeln von andern Fehlern leicht verdeckt werden, gelang mir mit Hülfe eines besonderen Pendelapparats, dessen ich mich zu einer Bestimmung der mittleren Dichtigkeit der Erde bedient habe[1]).

Das von mir benutzte, von Repsold angefertigte Pendel bestand aus einem 1 *m* langen vertikalen, zylindrischen Messingrohre von 4 *cm* Durchmesser, welches an seinen Enden Kugeln trug, und drehte sich um eine Achatschneide, die in der Mitte des Rohrs nahe über dem Schwerpunkt des Pendels befestigt war. *A. o. a. O.* (siehe auch *Astr. Nachr.* **130**) habe ich gezeigt, dass die Bessel'sche Formel $l' = l - \frac{l}{s}bq$, in welcher l' und l die wahre und die beobachtete Pendellänge, s die Entfernung des Schwerpunkts von der Schneide, b eine Konstante und q eine Funktion des Schwingungswinkels bedeutet, die Beobachtungen mit dem erwähnten Pendel zwischen 1 Min. und 3 Min. Schwingungsdauer gut darstellt. Die Wirkung von q auf die Schwingungsdauer erreicht hier sehr merkliche Beträge, da die Entfernung des Schwerpunkts von der Schneide zuweilen weniger als 0,01 *mm* betrug. Sämmtliche Beobachtungsreihen, zwischen denen das Pendel immer arretirt wurde, liessen sich durch den Ausdruck

$$T_0 = T_\varphi - \frac{1}{2}\,\frac{g\,T_0^3}{\pi^2 K^2}\,b q_\varphi\,,$$

welcher mit der Bessel'schen Gleichung identisch ist, innerhalb der Beobachtungsfehler darstellen. Die Werthe $\frac{1}{2}\,\frac{g}{\pi^2 K^2}\,b q_\varphi$ variirten dabei von $24{,}9 \cdot 10^{-7}$ bis $4{,}4 \cdot 10^{-7}$, wenn der Schwingungswinkel von 157′ bis 14′ abnahm. Abgesehen von der gewöhnlichen Reduktion auf unendlich kleinen Bogen ist also die Schwingungs-

[1]) *Publikationen d. Astrophys. Observatoriums zu Potsdam* **6.** *Nr.* **22** *u.* **23**.

dauer eines „Sekundenpendels“ von gleichem Gewicht und Trägheitsmoment bei einem Schwingungsbogen von 14′ um $4{,}4 \,.\, 10^{-7}$ Sek. grösser, als bei unendlich kleinem Bogen. Bei Pendeln von gleichem Gewicht, aber verschiedenem Trägheitsmoment ändert sich der Betrag der Reduktion umgekehrt proportional mit K^2. Ausserdem muss aber q_φ mit dem Gewicht des Pendels abnehmen.

Die Möglichkeit einer sicheren numerischen Bestimmung von q_φ aus einer grösseren Zahl von Beobachtungsreihen bei verschiedener Schwingungsdauer beweist nun, dass die Aenderungen, welche q_φ selbst von Messung zu Messung erfährt, im Verhältniss zu q_φ sehr klein sind. Bei einem „Sekundenpendel“ von gleichem Gewicht und Trägheitsmoment werden sie höchstens in der achten Dezimale der Schwingungsdauer bemerkbar werden und, insofern sie den Charakter zufälliger Abweichungen tragen, im Mittel mehrerer Beobachtungsreihen, zwischen denen das Pendel arretirt wird, ganz verschwinden. Für ein Pendel der oben beschriebenen Form, dessen Schwingungsdauer T_1 und Trägheitsmoment $M_1 K_1^2$ sind, würde der Betrag dieser Unsicherheit unter Voraussetzung gleichen Gewichts im Verhältniss $\frac{T_1^2 K^2}{K_1^2}$ zunehmen, wenn MK^2 das Trägheitsmoment meines Pendelapparats bezeichnet. Hiernach würde die Einwirkung der Aenderungen dieser Kräfte auf die Schwingungsdauer des oben behandelten Achatpendels, wenn seine Dicke 2 *cm* ist, nicht grösser werden als bei dem Sekundenpendel. Thatsächlich würden die Ungleichheiten der Schwingungsdauer aber noch erheblich geringer bei dem Viertelsekundenpendel ausfallen, da es mehr als 10-mal leichter ist, als der Pendelapparat.

Nach diesen Erwägungen lässt sich erwarten, dass die durch Annäherung des Schwerpunkts an die Schneide bewirkte Vergrösserung der zufälligen Unsicherheit in der Beobachtung der Schwingungsdauer die Vortheile, welche die symmetrische Vertheilung der Masse bietet, nicht aufwiegt.

Potsdam, Astrophys. Observatorium, März 1897.

Geschütztes Schleuderthermometer.

Von

Prof. Dr. **B. Sresnewsky.**

Die Kugel des Thermometers ist gegen die Sonnenstrahlen und die nächtliche Wärmestrahlung durch ein kleines Gehäuse aus vernickeltem und gut polirtem Blech geschützt. Dieses Gehäuse besteht aus zwei Kegeln *A* und *B* (Fig. 1), deren unterer *B* ein abgestumpfter ist und nur bis zur Basisebene *mn* des oberen reicht. Beim Schleudern vermittels einer doppelten Schnur fliegt das mit einer schweren Kugel versehene Ende *C* des Thermometers voraus (in der Richtung des Pfeils), während die Quecksilberkugel, des grösseren Widerstandes des Gehäuses wegen, immer hinten bleibt. Da die Drehung gewöhnlich in einer horizontalen Ebene vor sich geht, wird also die Thermometerkugel immer durch den Blechkegel beschattet, während die Luft zwischen den beiden Kegeln durchströmt und das Reservoir umspült. Bei rascher Drehung nimmt das blanke Gehäuse nahezu die Temperatur der Luft an und beschattet deshalb nicht nur das Thermometer, sondern übt auch selbst keinen störenden Einfluss auf die Angaben des Thermometers aus. Dieses Schleuderthermometer wurde nach meinen Angaben vom Mechaniker Schultze in Jurjew (Dorpat) angefertigt, in der Allrussischen Ausstellung in Nishnij Nowgorod im Jahre 1896 vorge-

führt und ist in der „Beschreibung der Ausstellung des meteorologischen Observatoriums der Kais. Universität in Jurjew" abgebildet. Es gab, nach dem Zeugnisse des Inspektors der meteorologischen Stationen in Russland, Herrn W. Dubinskij, auch bei Sonnenschein richtige Temperaturwerthe.

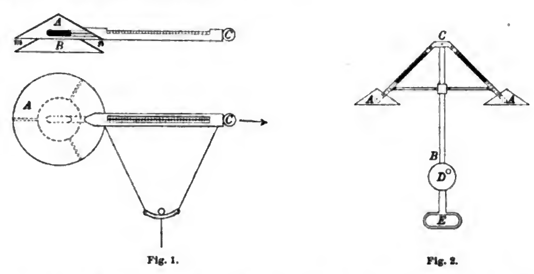


Fig. 1. Fig. 2.

Der Idee nach sehr ähnlich ist das von mir für meine Luftballonfahrt im Jahre 1887 modifizirte Rotations-Psychrometer der russischen Flotte. Bei ihm ist über den Thermometerkugeln je ein Schutzkegel A aus blankpolirtem Blech angebracht (vgl. die schematische Fig. 2). Die Drehung geschieht um die vertikale Achse BC, die durch das Zahnrad D in Bewegung gesetzt wird, während man den Apparat an dem Halter E in der linken Hand hält. Solche geschützte Rotations-Psychrometer sind seit dem Jahre 1887 auf den russischen Schiffen im Gebrauch.

Jurjew (Dorpat), Meteorologisches Observatorium.

Neue Kontrol-Schienen für gewöhnliche Polarplanimeter.

Von

E. Hammer.

Als Ergänzung meiner Mittheilung in *dieser Zeitschr. 15. S. 95. 1895* möchte ich hier die Anzeige machen, dass Herr Mechaniker G. Coradi in Zürich auf meine Veranlassung jetzt neben den älteren, *a. a. O.* erörterten Schienen mit runden Halbmessern (genau 2, 3, . . 10 *cm*) auch Schienen anfertigt, deren Fahrstift-Einsetzpunkte runde Kreisinhalte liefern (10, 20, 50, 100, 200 *qcm*); die Punkte sind also hier für den Kreis von der Fläche Q im Abstand $r = \sqrt{\frac{Q}{\pi}}$ vom Nullpunkt eingestochen und zwar sind die richtigen Entfernungen für die Temperatur + 20° C. vorhanden (Berührung der Schiene mit der Hand u. s. f.). Die Ermittelung eines Flächeninhalts F nach $F = Q \, . \, n/n_1$, wo n die Rollenumdrehungszahl bei Umfahrung von F, n_1 die bei Umfahrung von Q bedeutet, ist mit Hülfe dieser neuen Schiene noch etwas bequemer als mit Hülfe der alten, weil man ganz im Kopf rechnen kann für den gewöhnlich vorhandenen Fall, dass a so gestellt ist, dass $a\,u$ wenigstens sehr nahezu einen runden Werth hat, z. B. 99,5 oder 101,1 *qcm* u. dgl. Z. B. habe man bei der zweimaligen Durchfahrung des Kreises, neben dessen Halbmesserpunkt 100 *qcm* steht, die Ablesungsdifferenzen 1,002 und 1,004, im Mittel 1,003 erhalten, und bei der sofort folgenden zweimaligen Umfahrung der zu bestimmenden Fläche F (in deren Schwerpunkt, *nach Augenmaass*, die

Nullpunktsnadel der Schiene als Mittelpunkt des Probekreises Q eingestochen wurde) die Umdrehungszahlen 1,315 und 1,313, so ist $F = \frac{100 \cdot 1,314}{1,003}\ qcm = (131,4 - \frac{3}{1000} \cdot 131) = 131,0\ qcm$ ganz bequem im Kopf zu rechnen.

Für alle genauen Arbeiten ist sehr zu empfehlen, sich nicht auf die Angabe des Mechanikers über die Einstellung von a zu verlassen, schon deshalb nicht, weil die Rollenbewegung nicht unabhängig ist von der Polstellung zur Fläche F und ebenso von der Art der Papierfläche u. s. f.; man wird also für solche feinere Planimeterarbeiten stets $a\,u$ indirekt, mit Hülfe einer „Probefigur", *mit* bestimmen. Die bequemste solche Probefläche ist aber die durch gezwungene (und deshalb genaue und rasche) Führung des Fahrstifts auf einer Kreislinie entstehende; sie ist *weit* bequemer als die oft noch empfohlene Zeichnung eines Quadrats oder gleichseitigen Dreiecks, wo zudem die brüske Richtungsänderung der Bewegung des Fahrstifts in den Ecken der Genauigkeit der Rollenabwicklung schadet. Nur der Landmesser braucht bei seinen Grundstücksflächen keine besondere Probeschiene zu Probekreisflächen, weil er Probeflächen in den Maschen der Koordinatennetzlinien seines Planes überall vorräthig hat.

Selbstverständlich ist, dass man die neuen Schienen mit *runden Kreisflächen* auch für solche Maassstäbe technischer Zeichnungen *besonders* (d. h. sogleich für Naturflächen) einrichten kann, bei denen der Längenmaassstab (z. B. 1 : 25) an sich verhältnissmässig unbequeme Flächenreduktionszahlen (Naturfläche im angegeb. Beispiel = 625 mal Planfläche) geben würde.

Referate.

Basismessung im Chamonix für die neue Triangulirung des Montblanc-Massivs.

Von Ing. H. Vallot. *Ann. de l'Observatoire météorologique du Mont Blanc.* **2.** *S. 189. 1896.*

Der Verf. berichtet, nach einem Blick auf einige der neuern, zur raschen Grundlinienmessung II. O. bestimmten Apparate (bei den Band- und Draht-Apparaten werden die Messungen von Lommel, Hatt, Woodward, Jäderin besprochen), über seinen eigenen Apparat, mit dem er die nicht ganz 2 *km* lange Basis der neuen Montblanc-Triangulirung (für eine Karte in 1 : 20 000) gemessen hat. Der Apparat besteht aus einem Stahlband von 50,2 *m* Länge (Entfernung der Endstriche 50,000 *m*, bei 0° nahezu), 20 *mm* breit und etwas über $^1/_3$ *mm* stark, etwa $3^1/_3$ *kg* schwer; ein einfaches Dynamometer gestattete genügende Angabe der Spannung, die durchaus auf 10 *kg* gehalten wurde. Der ganze Apparat mit allem Zubehör kostete 100 M. Die Messung wurde durch nur zwei Leute besorgt; sie ist 5-mal wiederholt worden. Die erreichte Genauigkeit erscheint für den Zweck der Messung völlig genügend. *Hammer.*

Anwendung der Photographie auf die Detailaufnahmen zur Montblanc-Karte in 1:20 000.

Von J. und H. Vallot. *Ebenda* **2.** *S. 213. 1896.*

Von ältern Zylinder-Panoramen-Apparaten werden besprochen der Perigraph von Mangin, das Pantaskop von Johnson und Brandon, der Panoramenapparat von Damoiseau, der Zylindrograph von Moëssard. Vorgezogen werden, wie allgemein geschieht, die Apparate mit ebener Bildfläche. Der phototopographische Apparat der Verfasser, aus dem Winter 1893/94 stammend, ist selbstverständlich speziell für die Arbeit im Hochgebirge bestimmt und sehr zweckmässig ausgedacht. Die Verf. nennen ihn Phototachymeter (*Photo-*

tachéomètre); das ganze Instrument nebst Kassette, Stativ und Latte wiegt 18 *kg*. Die Aufnahmen sind bereits ziemlich weit vorgeschritten; es sind aber in der vorliegenden Publikation bis jetzt weder Beispiele noch Nachweise über die erlangte Genauigkeit mitgetheilt.

Hammer.

Einige Versuche mit dem Sanguet'schen Tachymeter.

Von M. Petzoldt. *Zeitschr. f. Vermess.* **25.** *S. 700. 1896.*

Die in meinem Referat über die erste Veröffentlichung des Verf. über das Sanguet'sche Tachymeter (vgl. *d. Zeitschr.* **17.** *S. 31. 1897*) als wünschenswerth bezeichneten Versuche über die Leistungsfähigkeit des Instruments werden hier nachgeliefert. Die horizontale Entfernung wird bekanntlich unmittelbar an der Latte abgelesen, den Höhenunterschied erhält man durch Rechenschieber-Multiplikation der so abgelesenen Entfernung und der an der vertikalen Höhenwinkeltangens-Theilung erhaltenen Ablesung. Bei Verwendung des Instruments als Tachymeter, d. h. zur Bestimmung von Entfernung *und* Höhe, wird sich demnach kaum eine Zeitersparniss ergeben gegenüber dem gewöhnlichen Tachymeter mit Ablesung des Höhenwinkels; dagegen ist die Bestimmung der Distanz allein kürzer und das Instrument also zur „optischen“ Messung von Zugseiten u. s. f. willkommen, wenn seine Genauigkeit dazu ausreicht. Diese Genauigkeit ist nun nach den Versuchen des Verf. in der That nicht gering: bei Entfernungen von 50, 100, 150 und 200 *m* findet er, abgesehen von einem gleichgültigen konstanten Fehler von etwa 0,3 %, bei der zweiten Messungsreihe (*eine* Einstellung und *eine* Ablesung) einen zufälligen m. F. von ± 8, ± 16, ± 27 und ± 32 *cm*, der sich bei besserer Lattenhaltung sicher auf die Hälfte vermindern lässt. Der Höhenfehler (bei den offenbar vorhandenen kleinen Höhenwinkeln) betrug im Mittel nur 5 *cm*.

Hammer.

Röther's Spiegelkippregel mit Bussole.

Ausgeführt von T. Ertel und Sohn in München. (D. R. G. M. 51448.)

Der bayrische Bezirksgeometer Röther in Weiden hat eine Kippregel von folgender Einrichtung hergestellt (ausgeführt von Ertel). Die auf dem Lineal befestigte Zielvorrichtung besteht aus zwei (auf- und niederkippbaren) Spiegeln, in deren Belag Linien eingerissen sind; der kleinere (vordere) Spiegel trägt zwei diagonale, der grosse (hintere) Spiegel eine vertikale Linie. Beide Spiegel kehren ihre reflektirenden Ebenen einander zu; der grosse Spiegel bildet mit der Linealebene einen Winkel von etwa 80°, der kleine von etwa 50°, sodass beide Spiegel für das über dem grossen Spiegel befindliche Auge des Beobachters zu einem Winkelspiegel zusammenwirken, und man beim Sehen nach dem kleinen Spiegel einen horizontal vor dem Beobachter (in der Richtung des Lineals) liegenden Punkt mit Benutzung der durch die drei Spiegellinien hergestellten Ziellinie anvisiren kann. Die metallenen Spiegelfassungen sind hinter den eingerissenen Spiegellinien durchbrochen, sodass diese Linien scharf und transparent hervortreten. Zwischen den Spiegeln befindet sich eine (mit Rücksicht auf die Deklination verstellbare) Bussole, die, statt des Ziehens der Zielrichtung an der Linealkante, zugleich mit der Verstellung der Ziellinie abgelesen werden kann. Ref. hat noch keine eigene Erfahrung mit dem soeben erst im geodätischen Apparat der Stuttgarter Technischen Hochschule eingetroffenen Instrumentchen, zweifelt aber schon jetzt nicht an seiner Zweckmässigkeit für viele Fälle, in denen die durch die vorstehend genannte Einrichtung angedeutete Genauigkeit genügt. *Hammer.*

Der fest aufgestellte Entfernungsmesser von Barr und Stroud.

Engineering **62.** *S. 701. 1896.*

Die Verfasser beschreiben einen grossen, fest aufgestellten „*Range-Finder*“ (Festungs-*Range-Finder*) von wesentlich genau derselben Einrichtung, wie das Schiffs-Instrument, über das hier referirt worden ist (vgl. *diese Zeitschr.* **16.** *S. 249. 1896*). Die Anwendung ist sehr bequem: als Zeit, die zur Aufsuchung einer Entfernung nothwendig ist, von dem Augenblick

der Benutzung des Instrumentes an, wird 8 bis 12 Sekunden angegeben. Die mitgetheilten Versuche mit 5 Barr- und Stroud'schen Instrumenten zeigen überraschende Genauigkeit: die benutzten Entfernungen sind 298, 1805 und 5440 *m*; die Fehler gehen, *auf die Entfernung* (1000 *Yards* =) 2743 *m reduzirt*, über ± $^1/_2$ % nirgends wesentlich hinaus. Dabei zeigt sich, worauf im Original nicht einmal hingewiesen wird, bei 4 von den 5 Instrumenten ein von der Entfernung abhängender Gang des Fehlers, also eine regelmässige Fehlerquelle, die wohl leicht durch Korrektion der Skale wegzuschaffen wäre. *Hammer.*

Rechenschieber für Meliorations-Rechnungen.

Engineering **62.** *S. 655. 1896.*

Der Beschreibung des Crane'schen Rechenschiebers für die bei Ent- und Bewässerungsanlagen vorkommenden Rechnungen fügt der anonyme Verfasser die Bemerkung bei, dass er im Allgemeinen den Gebrauch von besonderen Rechenschiebern für spezielle Zwecke nicht befürworte; doch sei das vorliegende Instrument empfehlenswerth. Ref. ist, ohne gerade im vorliegenden Fall urtheilen zu wollen, der Meinung, dass man für gewisse Zwecke besonders eingerichtete Rechenschieber, die allerdings, um ihren vollen Nutzen zu entfalten, in fortwährendem Gebrauch sein müssen, gar nicht genug empfehlen kann; es ist geradezu merkwürdig, wie langsam sich solche Instrumente in Deutschland Bahn brechen. Man wendet bei uns neben dem gewöhnlichen Rechenschieber für reine Zahlenrechnung, den jetzt wohl jeder praktische Rechner für unentbehrlich hält, besonders eingerichtete Schieber u. dgl. noch kaum zu etwas anderem an, als zur Ausrechnung tachymetrisch gemessener Punkte; und doch lassen sich zahlreiche häufig, von Tag zu Tag, wiederkehrende wissenschaftliche und technische Rechnungen anführen, für die ein besonderer Rechenschieber die besten Dienste leisten würde und für die man sich oft alles Erforderliche völlig genügend ohne nennenswerthe Kosten selbst anfertigen kann. *Hammer.*

Vergleichung des Ganges zweier Pendel von nahezu gleicher Schwingungsdauer.

Von G. Lippmann. *Compt. rend.* **124.** *S. 125. 1897.*

Die beiden Pendel werden zum Zweck der Vergleichung durch den elektrischen Funken, der durch die Entladung einer Leydener Flasche erzeugt wird, beleuchtet; wegen der kurzen Dauer des Funkens scheinen sie in diesem Momente stille zu stehen, sodass ihre Stellung mit grosser Schärfe entweder abgelesen oder besser noch photographirt werden kann. Bestimmt man die Phasendifferenz der beiden Pendel zu zwei verschiedenen Zeiten, so giebt die in Zeit ausgedrückte Aenderung der Phasendifferenz dividirt durch das Intervall zwischen den Beobachtungszeiten den Gang des einen Pendels in Bezug auf das andere. Die beiden Pendel können bei dieser Methode der Vergleichung sich in ganz verschiedenen Räumen befinden, man braucht dann nur den elektrischen Funken an zwei Stellen des Schliessungsdrahtes überspringen zu lassen.

Recht bequem wird die Vergleichung, wenn das eine der Pendel mit einem elektrischen Kontakt versehen ist. Man schaltet dann in den Stromkreis ein Relais ein, welches bei jeder Pendelschwingung den primären Strom eines Induktionsapparates unterbricht. Um den zur Beleuchtung des zweiten Pendels dienenden Funken des sekundären Stromes zu verstärken, empfiehlt es sich, in den sekundären Stromkreis auch noch eine oder mehrere Leydener Flaschen einzuschalten. Die Zeit, welche das Relais benöthigt, um den Strom zu unterbrechen, braucht nicht berücksichtigt zu werden, da sie konstant ist und bei der Berechnung des Ganges herausfällt. Hat das zweite Pendel genau dieselbe Schwingungsdauer wie das erste, so wird ein an seinem unteren Ende angebrachter Index bei der Belichtung immer dieselbe Stellung einnehmen, im anderen Fall wird er auf der Skale wandern.

Um zu wissen, welche Zeit das Pendel zum Durchschwingen einer beobachteten Phase braucht, muss auch die Amplitude der Schwingungen beobachtet werden. In dem letztgedachten Fall, wo das zweite Pendel bei jeder Schwingung durch den elektrischen Funken

auf einen Moment belichtet wird, wird man ausserdem noch den Index während einer oder zweier Pendelschwingungen dauernd beleuchten. Man kann dann auf der Platte ausser der Stellung des Index während der Belichtung durch den Funken auch die Amplitude ablesen. Bezeichnet man den Abstand des mittleren Indexbildes von seinen grössten Elongationen mit p und q, seinen Abstand von der Vertikalen mit y, die Amplitude selbst aber mit A, so findet Ref. die Formel $\frac{y}{A} = \frac{p-q}{p+q}$, während Verf. $\frac{y}{A} = \frac{p-q}{2(p+q)}$ angiebt.

Schwingen die Pendel Sekunden und hat das zweite, von welchem die photographischen Aufnahmen gemacht werden, eine Amplitude von 10 *mm*, so braucht es nach der Formel $t = \frac{T}{2\pi} \arcsin \frac{y}{A}$, wo T die Periode für einen Hin- und Hergang, also gleich 2 Sekunden ist, zum Durchlaufen eines Bogens von 0,01 *mm* $^1/_{3000}$ Sekunde, wenn es nahe seiner tiefsten Lage ist, und $^1/_{70}$ Sekunde, wenn es nahe seiner grössten Elongation ist. Beträgt das Beobachtungsintervall 5 Minuten und ist die Bestimmung des Weges, den das Bild des Index während dieser Zeit gewandert ist, einem Fehler von 0,01 *mm* unterworfen, so wird das für den Gang gefundene Resultat mit einem Fehler von $^1/_{900000}$, bez. $^1/_{21000}$ Sekunden behaftet sein. Verf. giebt als Fehler $^1/_{1800000}$ Sekunde an, weil er wahrscheinlich ein Halbsekundenpendel, für welches die Periode T für einen Hin- und Hergang gleich 1 Sekunde ist, unter dem, was er schlechthin Pendel nennt, verstanden haben will. Die Phasenvergleichung muss dann nahe dem Durchgang durch die Vertikale erfolgen, was sich meist wohl auch unschwer ermöglichen lässt. *Kn.*

Vergleichung von Uhren mit nahezu gleichem Gange.

Von G. Bigourdan. *Compt. rend.* ***124.*** *S. 279. 1897.*

Für die Fälle, wo auf die Bestimmung des Ganges eines Pendels nicht viel Zeit verwandt werden soll, wie bei Schwerebestimmungen auf Expeditionen, und wo daher sowohl die Aufstellung einer Pendeluhr wie die Herstellung der elektrischen Einrichtung mit zu viel Umständen verbunden wäre, empfiehlt Verf., anknüpfend an den im vorhergehenden Referat besprochenen Lippmann'schen Vorschlag für die Vergleichung zweier Pendel von nahezu gleicher Schwingungsdauer, den Gang des Pendels durch ein Chronometer zu bestimmen, wenn der Gang beider nahezu derselbe ist. Die Unruhe des Chronometers wird zu diesem Zweck mit einem aus einem leichten Metallplättchen bestehenden Kranz versehen, welcher eine radial gerichtete, etwa 1 *mm* breite, spaltförmige Oeffnung hat. Das Chronometergehäuse ist an der Stelle, wo der Spalt bei der Schwingung der Unruhe die grösste Geschwindigkeit besitzt, wo er sich also befindet, wenn die Uhr steht, durchbrochen, sodass ein von einer Lampe kommender Lichtstrahl bei jeder Oszillation hindurchtreten und auf das zu vergleichende Pendel fallen kann, das bei der kurzen Beleuchtung stille zu stehen scheint. Das Pendel ist mit einem über einer Skale sich bewegenden Index versehen, dessen Stellung für den Moment der Beleuchtung man abliest. Behufs intensiverer Beleuchtung bringt man zwischen Lampe und Chronometer eine Sammellinse, welche die Strahlen konvergent auf das Chronometer wirft, und auf die andere Seite dieses letzteren ebenfalls eine Linse, welche die divergent aus dem Chronometer tretenden Strahlen wieder parallel macht. Die Dauer der Beleuchtung betrug bei den Versuchen des Verf. $^1/_{400}$ Sekunde und genügte vollständig, selbst für Beobachtungen bei Tageslicht, sodass Verf. ein Gelingen der Beobachtungen auch bei einer Beleuchtungsdauer von weniger als $^1/_{1000}$ Sekunde für zweifellos hält. *Kn.*

Gravitationskonstante und mittlere Dichtigkeit der Erde, bestimmt durch Wägungen.

Von Franz Richarz und Otto Krigar-Menzel. *Sitzungsber. d. Berl. Akad. 1896. S. 1305.*

Die vorliegende Publikation giebt den ersten vollständigen, wenn auch zunächst nur summarischen Bericht über die von den Verfassern im Jahre 1884 begonnenen umfassenden Untersuchungen. Das Prinzip der Bestimmung der Gravitationskonstante lässt sich mit

wenigen Worten auseinandersetzen: Eine gewöhnliche Waage, an deren beiden Schalen vermittels je einer Stange von 226 *cm* Länge noch eine zweite untere Schale hängt — die Verfasser nennen dies System eine „Doppelwaage" —, ist zunächst frei aufgestellt. Bei einer ersten Wägung befinden sich zwei Kugeln von 1 *kg* Gewicht auf den Waageschalen links oben und rechts unten; die hierbei durch eine vollständige Gauss'sche Wägung mit horizontaler Umsetzung der Massen gefundene Gewichtsdifferenz rührt her von der Differenz der beiden Massen und dem Unterschiede der Schwerkraft oben und unten. Kombinirt man eine solche Wägung mit einer ähnlichen zweiten, bei welcher die Kilogramme zwischen oben und unten vertauscht sind, so erhält man den Unterschied der beiden Massen und den Unterschied der Schwerkraft oben und unten, die Abnahme der Schwere mit der Höhe, gesondert.

Zur Bestimmung der Gravitationskonstante ist nun zwischen dem oberen und unteren Schalenpaare ein kubischer Bleiklotz von etwa 9 *cbm* Inhalt und mehr als 100 000 *kg* Masse aufgebaut, durch welchen die Verbindungsstangen zwischen den beiden Waagschalenpaaren in engen Kanälen hindurchgeführt sind. Gegenüber der freien Aufstellung der Doppelwaage ist hierdurch die Schwere an dem Orte der oberen und unteren Waageschalen um den Betrag der Attraktion des Bleiklotzes geändert und zwar ist die Schwere oben um diese Grösse vermehrt, unten um die gleiche Grösse vermindert. Führt man nun Wägungen in derselben Anordnung, wie oben bei der freistehenden Doppelwaage beschrieben, aus, so ergiebt eine Kombination dieser Wägungen mit den Wägungen bei freistehender Doppelwaage die Attraktion des Bleiklotzes gesondert.

Um bei diesen Wägungen von den Differenzen der Luftdichte oben und unten frei zu werden, benutzten die Verfasser zwei den Kilogrammkugeln inhaltlich gleiche Platinhohlkugeln, welche stets die von den Kilogrammen unbesetzt gebliebenen Plätze auf den Waagschalen einnahmen. Die Masse jeder derselben betrug 53,318 *g*. Den trotz sorgfältigster Ausführung verbliebenen kleinen Volumdifferenzen (bis 0,4 *ccm*) wurde durch Anbringung von Korrektionen Rechnung getragen.

Die Ausführung der Wägungen geschah im innersten Theile einer zur ebenen Erde befindlichen, erdgedeckten Kasematte, in welcher der eigentliche Beobachtungsraum zum Zwecke des Temperaturschutzes durch zwei doppelte Bretterverschläge mit Sägespänefüllung abgeschlossen war. Ausserdem war zum Schutze gegen Feuchtigkeit der Beobachtungsraum mit verlötheten Blechplatten bekleidet und mit Bleipfannen mit Schwefelsäurefüllung ausgerüstet. Hiervon ist ferner der Aufenthaltsort des Beobachters durch eine doppelte Zinkwand getrennt, auch ist die Waage und der Bleiklotz noch von einem grossen Zinkkasten überdeckt; die Gewichte bleiben bei der Vertauschung stets innerhalb des Zinkkastens; die Stangen, Schnüre etc. zur automatischen Vertauschung gehen durch die eine Seite dieses Zinkkastens und durch die Zinkwand zum Platze des Beobachters.

Die zu den Beobachtungen dienende Waage ist von P. Stückrath gebaut und mit der von demselben erdachten Zentrirungsvorrichtung versehen worden. Sie wurde im Laufe der Untersuchungen mit zahlreichen Verbesserungen, die sich insbesondere auf eine bessere Versteifung des Waagebalkens beziehen, versehen. Als Gewichtsstücke dienten vergoldete und platinirte Kilogramme in Kugelform aus gegossenem, gehämmerten Kupfer; Messing hat sich nicht bewährt. Ihre Massen und Volumina wurden, ebenso wie die benutzten Reitergewichte im *Bureau international des poids et mesures* zu Breteuil bestimmt.

Der Bleiklotz hatte die Gestalt einer quadratischen Säule von 200 *cm* Höhe und 210 *cm* Kantenlänge und bestand im Allgemeinen aus einzeln gewogenen Stücken von $10 \times 10 \times 30$ *cm*, die unter Vermeidung durchlaufender Vertikalfugen zusammengefügt waren. Das den Bleiklotz tragende Fundament war zwei Meter hoch gemauert, wovon nur $^1/_2$ *m* aus dem Boden herausragte. Um eine mögliche Senkung des Fundaments unschädlich zu machen, wurde einmal jeder direkte Zusammenhang zwischen dem Fundamente und den festen Stützpunkten der Waage und der Beleuchtungseinrichtung vermieden, andererseits aber auch eine Nivellirungseinrichtung angebracht, um das Verhalten des Bleiklotzes zu kontroliren. Thatsäch-

lich wurde nun auch eine Senkung des Fundamentes in der Mitte um 8 *mm* sowie eine kleine Neigung der Vertikalachse beobachtet. Nach Abbau des Bleiklotzes hob sich das Fundament wieder um 0,7 *mm*.

Trotz der vorzüglichen Wärmeschutzeinrichtungen lässt sich doch noch ein geringer Einfluss der mittleren Aussentemperatur in den Wägungsresultaten nachweisen, indessen würde es an dieser Stelle zu weit führen, bei der Diskussion dieser systematischen Fehlerquelle und dem Versuche, dieselbe zu eliminiren, den Ausführungen der Verfasser zu folgen.

Die definitiven Resultate sind durch Ausgleichung von 52 vorliegenden guten und einer Anzahl geringwerthiger Wägungsreihen ohne Bleiklotz sowie 69 guten und 12 minderwerthigen Beobachtungsreihen mit Bleiklotz, welche wiederum jedesmal nach Maassgabe ihrer wahrscheinlichen Fehler vereinigt sind, gewonnen.

Man erhält daraus zunächst für die Abnahme der Schwere mit der Höhe

$$g_u - g_o = 0{,}000\,5183\,(1{,}2453 \pm 0{,}0016)\,\frac{cm}{sek^2}\ ^{1)}.$$

Für die Gravitationskonstante erhalten die Verfasser folgenden Werth

$$G = (6{,}685 \pm 0{,}011)\,10^{-8}\,\frac{cm^3}{g\,.\,sek^2},$$

woraus sich endlich auf theoretischem Wege, unter der Annahme, dass die Beschleunigung der Schwere als Funktion der geographischen Breite B durch die Gleichung

$$g = 978{,}00\,(1 + 0{,}005\,310\,\sin^2 B)\,\frac{cm}{sek^2}$$

gegeben sei, die mittlere Dichte der Erde zu

$$\Delta = (5{,}505 \pm 0{,}009)\,\frac{g}{cm^3}$$

berechnet. Diesem Werthe stehen die folgenden Resultate früherer Beobachter gegenüber, von denen indessen die ersten fünf durch den Einfluss sehr starker Fehlerquellen recht unsicher sind:

Beobachter	Methode	Δ	Wahrsch. Fehler
Cavendish	Drehwaage	5,45	
Reich	"	5,49 und 5,58	
Baily	"	5,67	
Cornu und Baille	"	5,56 und 5,50	
Jolly	Waage mit langem Gehänge	5,692	± 0,068
Wilsing	Pendelapparat	5,594	± 0,032
Derselbe später, mit Vermeidung gewisser Fehlerquellen	"	5,577	± 0,013
Poynting	Waage	5,4934	
Boys	Verbesserte Drehwaage	5,5270	

Schl.

Ein verbesserter Thermostat ohne Gasbenutzung.

Von W. Karawaiew. *Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie* **13.** *S. 289. 1896.*

Im Innern des Thermostaten befindet sich ein Kästchen aus Kupferblech, welches durch ein Zinnrohr mit einem Kautschukreservoir in Verbindung steht. Das ganze System ist mit Luft gefüllt. Steigt die Temperatur, so vermehrt sich der Innendruck des abgeschlossenen

[1]) Die Abnahme des Gewichtes von 1 *kg* bei einer Erhebung um 1 *m* berechnet sich hieraus zu 0,2856 *mg*. Die gleiche Grösse ist für das Bureau international des poids et mesures im Pavillon de Breteuil von Thiesen zu 0,309 *mg*, ferner für das Grundstück der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zu 0,295 *mg* bestimmt worden (vgl. K. Scheel und H. Diesselhorst, Bestimmung der Aenderung der Schwere mit der Höhe u. s. w., *Wissensch. Abhandl. d. Phys.-Techn. Reichsanstalt* **2.** *S. 199. 1895*; s. auch *diese Zeitschr.* **16.** *S. 25. 1896*). Die drei Werthe sind natürlich wegen der lokalen Einflüsse nicht unmittelbar zu vergleichen.

Luftquantums, was sich durch ein Aufblasen der Wandungen des Kautschukreservoirs kundgiebt. Diese Gestaltsänderung wird durch ein System von Hebeln auf eine bewegliche Platte übertragen, welche um so mehr die heizende Flamme abdeckt, je höher die Temperatur über den Sollwerth steigt.

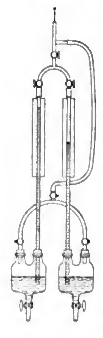
Als heizende Flamme wird eine Puschkareff'sche Benzinlampe benutzt.

Schl.

Methode zur Messung des Dampfdruckes von Flüssigkeiten.

Von Lord Kelvin. *Nature* **55.** *S. 273 u. 295. 1897.*

Der benutzte Apparat ist in der nebenstehenden Skizze abgebildet. Er besteht aus zwei Woolff'schen Flaschen, in welche je eine vertikale Glasröhre fast bis auf den Boden eingesenkt ist, und welche die beiden zu vergleichenden Flüssigkeiten enthalten. Beide Glasröhren, die in ihrem oberen Ende zur Herstellung beliebiger Temperaturen von Glasmänteln umschlossen sind, vereinigen sich nach Zwischenschaltung je eines Hahnes zu einer gemeinsamen Leitung, die ihrerseits ebenfalls mit Zwischenschaltung eines Hahnes zu einer Luftpumpe führt. Durch die beiden anderen Tuben sind beide Woolff'schen Flaschen durch ein gebogenes Metallrohr verbunden, von welchem ein Zweig gleichfalls zur Luftpumpe führt; auch hier sind Hähne, wie es die Figur zeigt, zwischengeschaltet. Durch die unteren Oeffnungen der Woolff'schen Flaschen können die zu untersuchenden Flüssigkeiten eingeführt werden.



Bei passender Stellung der Hähne wird zunächst Flüssigkeit in beiden Glasröhren aufgesaugt; dann werden alle Hähne geschlossen, mit Ausnahme der beiden im gekrümmten Metallrohre, welche eine Kommunikation der Luft in den Woolff'schen Flaschen gestatten. Die Höhendifferenz der Flüssigkeitsoberflächen in den beiden vertikalen Glasröhren giebt alsdann die Differenz der Dampfdrucke beider Flüssigkeiten bei den betreffenden Temperaturen an.

Der Verfasser schlägt vor, die Messungen auf die bekannte Dampfspannung des Wassers zu beziehen. *Schl.*

Die ältesten Quecksilberthermometer.

Von G. Hellmann. *Meteorol. Zeitschr.* **14.** *S. 31. 1897.*

Gegenüber der Veröffentlichung des Abbé Maze (s. *diese Zeitschr.* **15.** *S. 264. 1895*), wonach der französische Astronom Ismaël Boullian zuerst (1659) ein Quecksilberthermometer gebraucht habe, hat der Verfasser gefunden, dass schon die Mitglieder der *Academia del Cimento* in Florenz Quecksilberthermometer im Jahre 1657 zu Experimenten benutzt haben. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass Boullian sowohl sein Quecksilber-, als auch sein Weingeistthermometer aus Florenz erhalten habe. Diese Ansicht gewinnt noch mehr an Wahrscheinlichkeit, wenn man berücksichtigt, dass Boullian selbst in Florenz gewesen und dort von Ferdinand II., Grossherzog von Toskana, dem Förderer der Thermometrie, empfangen worden ist. Im Uebrigen hat schon 1641 der bekannte Athanasius Kirchner bei dem alten Luftthermoskop Quecksilber als Index angewandt.

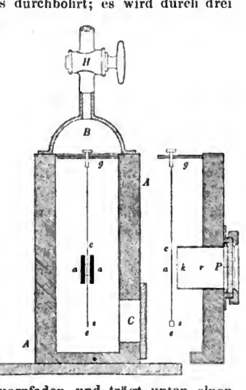
Der Verfasser hebt ferner gleichfalls einer an anderer Stelle erfolgten Publikation des Abbé Maze gegenüber hervor, dass Ismaël Boullian seine meteorologischen Beobachtungen in Paris nicht auf eigene Initiative hin, sondern auf Veranlassung des Grossherzogs Ferdinand II. angestellt habe, der im Jahre 1654 begann, das erste Netz meteorologischer Stationen einzurichten. Solche Stationen bestanden ausserhalb Italiens ausser in Paris noch in Innsbruck, Osnabrück und Warschau. Da die Aufzeichnungen in bestimmte Formulare eingetragen und diese nach Florenz geschickt wurden, so dürften diese Beobachtungen vielleicht durch Nachforschungen in Florenz oder an einem der vier anderen Orte ausserhalb Italiens wieder aufgefunden werden können. *Schl.*

Das Radiometer als Messinstrument der Energie im ultrarothen Spektrum und das Verhalten des Quarzes gegen langwellige Strahlung.

Von E. F. Nichols. *Sitzungsber. d. Berl. Akad. 1896. S. 1183; Phys. Rev. 4. S. 297. 1897.*

Nichols hat das bekannte Crookes'sche Radiometer derartig verbessert, dass man mit demselben dieselbe Empfindlichkeit erreicht, wie mit dem sonst üblichen Bolometer oder Thermoelement.

Die Figur zeigt einen Aufriss des Instrumentes senkrecht zum Strahlengang und einen vertikalen Schnitt in der Richtung des letzteren. Das Gehäuse *A* aus Rothguss ist von oben nach unten achsial bis zu 5 *mm* Entfernung von der Basis durchbohrt; es wird durch drei Nivellirschrauben getragen und ist mit einer luftdicht schliessenden Glasglocke *B* bedeckt; von dieser führt ein mit Abschlusshahn versehenes Rohr zu einer Quecksilberluftpumpe. In das Gehäuse sind seitlich 2 Oeffnungen gebohrt, von denen die eine *C* mit einer Spiegelglasplatte bedeckt ist; durch diese Oeffnung hindurch werden mittels Fernrohr und Skale die Ablenkungen des beweglichen Systems abgelesen. Durch die zweite Oeffnung treten die zu messenden Strahlen in das Radiometer. Auf den Rand dieser Oeffnung ist eine Messingfassung gekittet, die eine mit Gummi gedichtete, kreisrunde Flussspathplatte *P* trägt. In die Oeffnung ist noch ein kurzes Messingrohr *r* eingesetzt, das fast bis zur Längsachse des Gehäuses hineinragt und an seinem inneren Ende durch eine dünne Glimmerplatte *k* abgeschlossen ist. Das bewegliche System besteht aus zwei gleichen Glimmerflügeln *a a*, die beide auf der Vorderseite geschwärzt sind; sie sind zu beiden Seiten eines dünnen Glasfadens *c e* durch einen kurzen Glasfaden befestigt; der Faden *c e* hängt an einem sehr feinen Quarzfaden und trägt unten einen kleinen Ablesespiegel. Das gesammte Gewicht des Systems betrug 7 *mg*.



Frühere Beobachter haben gezeigt, dass die Empfindlichkeit eines Radiometers vom Druck des Gases abhängt und dass sie bei gleichem Druck mit abnehmender Entfernung des geschwärzten Flügels von der gegenüberliegenden Wand zunimmt. Das Nichols'sche Instrument erreichte das Maximum der Empfindlichkeit bei einer Schwingungsdauer von 12 Sekunden, wenn die Flügel 2,5 *mm* von der Glimmerplatte entfernt waren bei einem Druck von 0,05 *mm*. Liess man die Strahlen einer 6 *m* entfernten Kerze auf einen der Flügel fallen, so erhielt man eine Ablenkung von 60 *mm* bei einem Skalenabstand von 1 *m*. Weiter wurde durch den Versuch nachgewiesen, dass bei der beschriebenen Anordnung die Ausschläge des Radiometers der Energie der auffallenden Strahlung genau proportional waren.

Als Vorzüge dem Linearbolometer und der Thermosäule gegenüber führt Nichols an:

1. Das Radiometer ist von magnetischen und thermoelektrischen Störungen unabhängig;

2. die Wirkung von Strahlen, die nicht von der zu messenden Quelle ausgehen, kann besser kompensirt werden;

3. das Radiometer ist frei von Störungen in Folge der Luftströmungen, die sich über dem erwärmten Bolometerdraht bilden.

Dagegen hat es folgende Nachtheile:

1. Es ist nicht so leicht transportabel als das Bolometer oder die Thermosäule;

2. alle zu messenden Strahlen sind Verlusten durch Reflexion und selektive Absorption am Radiometerfenster unterworfen;

3. in gegenwärtiger Form kann es nicht länger als eine Woche von der Luftpumpe getrennt werden, ohne an Empfindlichkeit einzubüssen.

Nichols benutzt nun sein Instrument, um das Verhalten des Quarzes im Spektralgebiet 4 μ bis 9 μ zu studiren Das Reflexionsvermögen bestimmt er dadurch, dass er es mit dem bekannten Reflexionsvermögen einer Silberplatte vergleicht. Um die Durchlässigkeit zu messen, wurde die Intensität des direkten Strahles mit der Intensität des durch eine dünne Quarzplatte hindurchgegangenen Strahles verglichen. Aus Reflexionsvermögen und Durchlässigkeit kann man dann den Brechungsquotienten für jede Wellenlänge berechnen. Aus den Resultaten geht hervor, dass das optische Verhalten des Quarzes in dem Gebiet $\lambda = 7{,}4\ \mu$ bis $8{,}4\ \mu$ von dem Verhalten eines nicht metallischen Körpers zu dem eines metallischen übergeht, dass also der Quarz sich in jenem Gebiet ähnlich verhält, wie das Fuchsin in seinem im sichtbaren Spektralgebiet liegenden Absorptionsstreifen. *E. O.*

Neues Doppelbildmikrometer zur Messung kleiner Durchmesser.

Von G. Bigourdan. *Compt. rend.* **123.** *S. 1048. 1896.*

Das Doppelbildmikrometer des Verf. gründet sich auf folgenden physikalischen Versuch. Stellt man einen Kalkspathkrystall auf ein Blatt Papier, worauf ein schwarzer Punkt gezeichnet ist, so sieht man zwei Bilder dieses Punktes. Stellt man auf den Kalkspathkrystall noch einen zweiten solchen von gleicher Höhe, so sieht man im Allgemeinen vier Bilder des Punktes, welche die Ecken eines Rhombus bilden und von denen je zwei einander gegenüberliegende die gleiche Helligkeit besitzen. Wird der obere Krystall so gedreht, dass die beiden Hauptschnitte den Winkel 0° oder 90° mit einander bilden, so verschwinden zwei der Punkte; bilden die Hauptschnitte den Winkel 180° mit einander, d. h. sind sie einander parallel, stehen aber die Krystalle nicht gleich gerichtet, so bleibt nur ein Bild übrig. Von dieser letzteren Stellung der Krystalle an rechnet Verf. den Winkel α zwischen den Hauptschnitten. Die Formeln für die Helligkeit und die Distanz je eines Bildpaares sind dann, wenn die Helligkeit des einfallenden Lichtstrahles mit J und die Seite des Rhombus mit a bezeichnet wird, die folgenden:

Helligkeit des Paares A: $\frac{1}{2} J \cos \alpha$; des Paares B: $\frac{1}{2} J \sin \alpha$
Distanz „ „ „ $2a \sin \alpha/2$; „ „ „ $2a \cos \alpha/2$.

Statt zweier Kalkspathkrystalle hat Verf., weil dieselben eine unbequeme Dicke haben müssten, zwei achromatische Bergkrystallprismen genommen, die vor dem Okular, das eine fest, das andere in der zur optischen Achse des Fernrohrs senkrechten Ebene drehbar, angebracht sind. Bei der Beobachtung wird nun das vordere Prisma so lange gedreht, bis die beiden helleren Bildscheibchen einander berühren. Die Nullstellung bestimmt man so, dass man das vordere Prisma einmal rechts und einmal links herum bis zur Berührung der Scheibchen dreht. Solange der Winkel α klein ist, etwa bis 20° — und zur Bestimmung kleiner Durchmesser soll das Mikrometer des Verf. ja vorzugsweise dienen — wird das Paar A fast dieselbe Helligkeit besitzen, wie wenn man ein Heliometer benutzte. Die Entfernung der Mittelpunkte der Scheibchen wird mit einer grösseren Genauigkeit gefunden, als mit welcher die Konstante a selbst bekannt ist, wegen des kleinen Faktors, mit dem sie multiplizirt ist. Für die Bestimmung der Durchmesser der Jupitermonde habe sich das Mikrometer, wie Verf. sagt, sehr gut bewährt, namentlich aber habe er es seither zur Beurtheilung des Luftzustandes aus dem Doppelbild eines Fixsternes angewandt. Bekanntlich eigne sich hierzu ein Doppelstern ganz besonders, oft sei aber kein solcher von der gewünschten Distanz, von gleicher Helligkeit der Komponenten und von bequemer Höhe über dem Horizont zu finden. Das Mikrometer hebe nicht allein diese Schwierigkeiten, sondern erlaube auch den Luftzustand zahlenmässig (durch den Winkel α) auszudrücken. *Kn.*

Messung von Platten sehr geringer Dicke in absolutem Maass; Herstellung von Normalen zur optischen Messung dünner Luftschichten.

Von Ch. Fabry und A. Pérot. *Compt. rend.* **123.** *S. 802 u. 990. 1896.*

Lässt man durch ein System von zwei sehr wenig gegen einander geneigten, planparallelen Glasplatten monochromatisches Licht, etwa Natriumlicht, hindurchtreten, so erblickt

man eine Anzahl gerader, äquidistanter Interferenzstreifen, deren Breite von der Neigung der Platten gegen einander abhängt. Diese Streifen kommen dadurch zu Stande, dass die direkt hindurchgegangenen Strahlen mit denjenigen interferiren, welche an den beiden Seitenflächen des zwischen den Platten befindlichen Luftkeils eine zwei- bezw. mehrfache Reflexion erfahren haben. Da jedoch bei senkrechtem Einfall an einer gewöhnlichen Glasplatte nur ein geringer Bruchtheil des Lichts reflektirt wird, so besitzen die interferirenden Komponenten sehr verschiedene Intensität und die ganze Erscheinung ist ziemlich verschwommen. Diesem Uebelstande ist leicht dadurch abzuhelfen, dass man die reflektirenden Glasflächen schwach versilbert (die Dicke der Silberschicht ist möglichst so zu wählen, dass jedesmal etwa 75% des Lichtes reflektirt und 25% durchgelassen werden); die Interferenzstreifen treten alsdann ungemein scharf hervor.

Die eine Silberschicht jedes Keils ist mit einer feinen Millimetertheilung versehen, und es handelt sich nun zunächst darum, die Dicke der Keilschicht in Wellenlängen des angewendeten Lichtes für jeden Theilstrich genau zu ermitteln; dazu genügt es aber, wenn man diese Dicke für einen bestimmten Theilstrich kennt, denn man braucht dann nur die Interferenzstreifen von dieser Stelle aus weiter abzuzählen, da sich die Keildicke mit jedem neuen Streifen um eine halbe Wellenlänge vermehrt bezw. vermindert. Zu diesem Zwecke bedarf man zweier Keile von ungefähr denselben Dimensionen; dieselben werden so vor einander gesetzt, dass die Theilung des ersten Keils auf derjenigen des zweiten projizirt erscheint, und durch eine sehr helle Lichtquelle (elektrisches Bogenlicht) erleuchtet. Man fasst nun einen bestimmten Theilstrich des zweiten Keils ins Auge und schiebt den ersten Keil langsam am zweiten vorbei; dann wird bei einer bestimmten Stellung an dem betreffenden Theilstrich ein heller, von farbigen Fransen umgebener Interferenzstreifen auftreten, und zwar dann, wenn die Dicke x der beiden Keile an der betreffenden Stelle genau gleich ist. Dann nämlich gelangen die an den beiden Flächen des ersten Keils reflektirten Strahlen, welche direkt durch den zweiten Keil hindurchgegangen sind, mit denjenigen Strahlen zur Interferenz, welche den ersten Keil ohne Reflexion passirt, aber an den Flächen des zweiten Keils eine doppelte Reflexion erfahren haben. Nach einer weiteren Verschiebung des ersten Keils um n Skalentheile wird nun an der beobachteten Stelle abermals ein heller Interferenzstreifen auftreten; dann ist die Dicke der Luftschicht des ersten Keils an dieser Stelle $= 2x$. Beobachtet man nun den ersten Keil allein im monochromatischen Lichte von der Wellenlänge λ und findet, dass auf der Länge von n Skalentheilen p Streifen liegen, so ist, wie leicht ersichtlich, die gesuchte Dicke $x = \frac{p\lambda}{2}$. Somit lässt sich also die Keildicke für jeden Theilstrich ermitteln.

Um nun auch die Dicke einer von planparallelen, schwach versilberten Glasplatten begrenzten Luftschicht zu messen, setzt man vor dieselbe einen Normalkeil, dessen Konstanten bekannt sind, beleuchtet wieder mit weissem Lichte und verschiebt den Keil so lange, bis an irgend einem Theilstriche a des Keils der oben beschriebene weisse Interferenzstreifen erscheint; die Platte hat dann die gleiche Dicke wie der Keil beim Theilstriche a.

Die Verf. scheinen sich auf die Messung von dünnen Luftplatten beschränkt zu haben; es steht aber offenbar nichts im Wege, die Methode auch auf die Messung von dünnen planparallelen Platten anderer Substanzen anzuwenden, deren Brechungsexponent für die betreffende Wellenlänge bekannt ist. *Glch.*

Ueber ein absolutes Elektrometer zur Messung kleiner Potentialdifferenzen.

Von A. Pérot und Ch. Fabry. *Compt. rend.* ***124.*** *S. 180. 1897.*

Mit dem absoluten Elektrometer von Lord Kelvin erhält man eine Potentialdifferenz in absolutem Maasse bekanntlich dadurch, dass man die Anziehung zweier auf das betreffende Potential geladener Scheiben in absoluten Krafteinheiten misst. Man kann aber mit den bisherigen Konstruktionen nur Potentialdifferenzen messen, die einige Hundert *Volt* übersteigen.

Um das Instrument auch zur Messung ganz kleiner Potentialdifferenzen nutzbar zu machen, verringern Pérot und Fabry den Abstand der beiden Scheiben auf wenige Zehntel Millimeter.

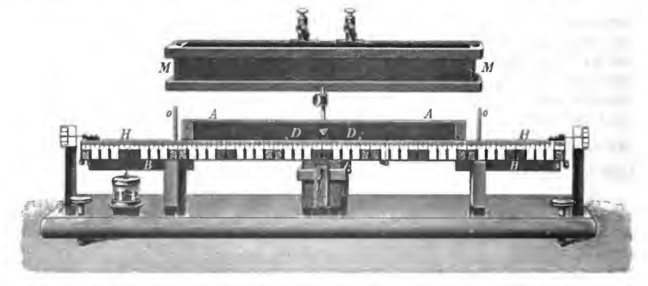
Der Apparat besteht aus einem kleinen, sehr sorgfältig gearbeiteten Zylinder aus Glas von 1 *cm* Höhe. Die obere Endfläche hat einen Durchmesser von 5,95 *cm*, ist vollständig eben, hat scharfe Ränder und ist schwach versilbert. Dicht über dem Zylinder schwebt von drei Federn getragen eine dünne Glasplatte von 7 *cm* Durchmesser und 2 *mm* Dicke, deren untere Fläche ebenfalls durchaus eben und mit einer schwachen Silberschicht überzogen ist. Diese zwei Silberschichten sind die beiden einander anziehenden Platten; ihre Parallelität erkennt man an den Interferenzstreifen, die man erhält, wenn monochromatisches Licht auf die Platten fällt. Um die Störungen durch mechanische Erschütterungen zu beseitigen, ist der Apparat an 3 Kautschukschläuchen aufgehängt.

Eine Anziehung der beiden Silberschichten erkennt man durch eine Verschiebung der Interferenzstreifen; die Grösse der anziehenden Kraft kann auch hier direkt durch Gewichte (0,05 *g* bis 0,10 *g*) gemessen werden. Die Verfasser messen auf diese Weise die elektromotorische Kraft eines Clark-Elementes in absoluten elektrostatischen Einheiten. Durch Division in den bekannten Werth in elektromagnetischen Einheiten erhalten sie für die kritische Geschwindigkeit $2{,}9989 \cdot 10^{10}$ *cm/sek.* *E. O.*

Waagegalvanometer.

Von Fr. C. G. Müller. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* **10.** *S. 5. 1897.*

Herr Müller hat dieses Galvanometer, wie es von dem Präzisionsmechaniker O. Wanke in Osnabrück mit der Genauigkeit und dem Zubehör einer feinen Waage ausgeführt war, in *dieser Zeitschr.* **4.** *S. 119. 1884* beschrieben. Er hat nun ein ähnliches Instrument mit der einfacheren Ausstattung einer Tarirwaage für den halben Preis herstellen lassen. Die Abbildung stellt es mit hochgehobenem Multiplikator dar, der auf die Dorne *oo* gesteckt, beim



Gebrauch den auf einer Schneide schwingenden Magnetstab *AA* umschliesst. Die Schneide liegt in einer V-förmigen Stahlpfanne zwischen Gegenplättchen. Zur Schonung der Schneide ist eine einfache Arretirung vorgesehen, deren Gabeln bei *DD* sichtbar werden. Der schwarzlackirte Magnet (30 × 2,5 × 1 *cm*) ist durch die abwärts gebogenen Messingarme *BB* mit dem Reiterlineal *HH* starr verbunden, das aus Aluminiumblech besteht und 50 *cm* lang ist. Das Lineal hat am oberen Rande eine feine Millimetertheilung für wissenschaftlichen Gebrauch und darunter für Fernbeobachtung eine grobe Zentimetertheilung, deren Pentaden roth, weiss, grün, weiss u. s. w. gefärbt sind. Auch auf der hinteren Seite hat das Lineal eine gleiche Grobtheilung; ebenso sind auch Nulllagemarken hinter den Ständern angebracht. Das Reiterlineal ist an seinen Enden rechtwinklig nach hinten gebogen; die so gebildeten zweckmässig versteiften Stege sind auf die äusseren Endflächen der Arme *BB* geschraubt. Die Stege sind oben zu Schneiden zugeschärft, die genau dem Anfang und Ende der Lineal-

theilung entsprechen. Die Rahmen mit den stromleitenden Windungen sind von dem übrigen Apparat ganz unabhängig und können sofort abgehoben, wieder eingelegt oder ausgewechselt werden. Der am meisten gebrauchte Rahmen enthält 10 Windungen eines 2 *mm* starken Kupferdrahts von 0,02 *Ohm* Widerstand. Zu ihm gehören 8 Ampèrereiter von 2,59 *g* Masse; sie haben ein aus 0,5 *mm*-Blech geschnittenes Joch und Messingklötzchen unten an den Schenkeln. Die geschwärzten Schenkel heben sich so scharf auf dem hellen Aluminium ab, dass die Schüler noch 0,01 *Ampère* ablesen. Eine Reiter-Verschiebung von 10 *cm* entspricht 1 *A*, eine Lineallänge also 5 *A*. Soll das Instrument zur Messung von Strömen über 20 *A* verwandt werden, so wird der Starkstromrahmen benutzt, der aus einem 2 *mm* starken Kupferstreifen besteht, dessen Windungsweite der Drahtlage auf dem Hauptrahmen entspricht. Die Ampèrereiter haben dann den 10-fachen Werth und das Galvanometer vermag Ströme bis 200 *A* direkt bis auf 0,1 *A* genau zu messen. Ausser dem Ampèrerahmen erhält das Galvanometer noch einen Voltrahmen mit 1000 Windungen 0,25 *mm*-Drahts von etwa 325 *Ohm* Widerstand. Die Ampèrereiter, die dann Milliampère für das Zentimeter anzeigen, sind bei 1 *Volt* Klemmenspannung um 2,5 *cm* zu verschieben. Der Bequemlichkeit halber sind aber noch Voltreiter von 0,625 *g*, sowie Voltreiter von 6,25 *g* beigefügt. Die Dämpfung geschieht durch die links sichtbare, an einem feinen Draht hängende und in Glyzerin tauchende kleine Metallscheibe. Zum Ausbalanciren dient eine in der Zeichnung durch das Lineal verdeckte Schraube auf der rechten Seite. Die Grossherzogl. Sächsische Fachschule und Lehrwerkstätte für Glasbläserei und Instrumentenbau zu Ilmenau hat die Ausführung des neuen Waagegalvanometers übernommen (D. R. G. M.). Das vollständige Instrument mit Ampèrerahmen von 10 und Voltrahmen von 1000 Windungen nebst exakt justirten Ampère- und Voltreitern kostet 120 M. *H. H.-M.*

Neu erschienene Bücher.

Spezialkatalog über freischwebende Präzisions-Pantographen und über Instrumente zur mechanischen Integration. Von G. Coradi in Zürich. 1896.

Der durch seine unermüdliche Arbeit an Planimetern und Integratoren überhaupt bekannte Mechaniker fertigt jetzt ausser dem Abdank'schen Integraphen auch die Integratoren nach Prof. Hele Shaw (Liverpool) an, die durch einmalige Umfahrung einer Figur deren Fläche, statisches und Trägheitsmoment (auf beliebige Achse bezogen) liefern. Die Führung des ganzen Instruments ist in derselben Art wie beim Rollplanimeter angeordnet (Welle mit genau gleichen geriffelten Rollen an den Enden); ist α der Winkel, den die Fahrstange von der Länge l mit der x-Achse (senkrecht zu der Rollenwelle) einschliesst, so sind die Umdrehungszahlen der „Flächenrolle" proportional $x \,.\, l \sin\alpha$, die der „statischen Momentenrolle" proportional $x \,.\, l \sin^2\alpha$ und die der „Trägheitsmomentenrolle" proportional $x \,.\, l \sin^3\alpha$. Die Fahrstange gestattet dabei Winkelbewegungen bis $\alpha = 35°$ links und rechts von der x-Achse; ihre Länge kann zwischen 20 und 50 *cm* gewählt werden, während die Erstreckung der Figur in der Richtung normal zur Rollenwelle wie bei allen diesen Rollenapparaten ganz beliebig gross sein kann (Preis 975 Fr.). Ein anderer einfacherer Integrator, den Coradi selbst konstruirt hat, liefert durch *eine* Umfahrung entweder Fläche und statisches Moment oder statisches Moment und Trägheitsmoment (Preis 475 Fr.); ein noch weiter vereinfachtes Instrument ist nur für den einen dieser beiden Fälle, Fläche und statisches Moment, eingerichtet (Preis 375 Fr.). Auch harmonische Analysatoren werden jetzt von Coradi auf Anregung von Prof. Henrici (London) konstruirt (Preis 625 bis 1500 Fr.). Ferner wird hier der Rollen-Koordinatograph zur Herstellung genauester Netze rechtwinkliger Koordinaten (Maassstäbe 1 : 1000 oder 1 : 1500 oder zwei beliebige andere angegebene Maassstäbe) für Kartirungen der Feld- und Landmessung oder geographischen Kartographie beschrieben und abgebildet, endlich die bekannten Hängepantographen und die Planimeter, unter denen auf Lang-Coradi's Kompensationsplanimeter (Preis 60 bis 90 Fr.) nochmals hingewiesen sei. *Hammer.*

H. von Helmholtz, Handbuch der Physiologischen Optik. Zweite umgearbeitete Auflage. 11. bis 17. Lieferung. (Schluss des Werkes.) Hamburg und Leipzig, L. Voss.

Mit den obigen Lieferungen liegt die zweite Auflage des berühmten Werkes nunmehr vollendet vor. Helmholtz selbst hat nur das Erscheinen der 8. Lieferung noch erlebt. Die späteren Lieferungen sollten sich aber seiner Absicht nach von den entsprechenden Theilen der ersten Auflage nicht wesentlich unterscheiden. Dieser Absicht entsprechend hat denn auch Prof. Arthur König das Werk zu Ende geführt. Von ihm ist die ausserordentlich eingehende Uebersicht über die gesammte physiologisch-optische Literatur bis zum Schlusse des Jahres 1894 (über 7800 einzelne Arbeiten) zusammengestellt. *Lck.*

G. Lunge, Tabellen für Gasanalysen, gasvolumetrische Analysen, Stickstoffbestimmungen etc. 2 Blatt. Imp.-Fol. 1897. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn. In Umschlag gefalzt 2,00 M.

Die vorliegende neue Ausgabe der Lunge'schen Tabellen für Reduktion von Gasen auf Normal-Druck und Temperatur kommt einem dringenden Bedürfnisse aller chemischen Laboratorien entgegen, in denen Gasanalysen und gasvolumetrische Bestimmungen ausgeführt werden. Die Tabellen, in einer für Wandtafeln bestimmten Gestalt, sind in deutlichem und sauberem Drucke ausgeführt und enthalten als wichtige Beigabe eine Anzahl von besonders häufig vorkommenden Reduktionsfaktoren der Gasablesungen auf die gesuchten Gewichte. *Fk.*

S. Gundelfinger, Tafeln zur Berechnung der reellen Wurzeln sämmtlicher trigonometrischer Gleichungen. Hinzugefügt sind 4-stellige Additions-, Subtraktions- und Brigg'sche Logarithmen, sowie eine Interpolationstafel f. alle Differenzen unter Hundert. gr. 4°. IV, 15 S. Leipzig, B. G. Teubner. 1,40 M.

Arbeiten, Die astronomisch-geodätischen, des k. u. k. militär-geograph. Institutes in Wien. (Publikationen f. d. internationale Erdmessg.) VIII. Bd. Das Präzisions-Nivellement in der österreichisch-ungar. Monarchie. II. Westlicher Theil. Hrsg. vom k. u. k. militär-geograph. Institute. gr. 4°. IX, 357 S. m. 1 Karte. Wien, R. Lechner's Sort. 16,00 M.

H. v. Helmholtz, Vorlesungen üb. theoretische Physik. Hrsg. v. A. König, O. Krigar-Menzel, C. Runge. V. Bd. Vorlesungen über d. elektromagnet. Theorie des Lichtes. Hrsg. v. A. König u. C. Runge. Lex.-8°. XII, 370 S. m. 54 Fig. Hamburg, L. Voss. 14,00 M.

C. Heim, Die Akkumulatoren f. stationäre elektrische Anlagen. 2. Aufl. gr. 8°. VI, 138 S. m. 83 Abbildgn. Leipzig, O. Leiner. 3,00 M., geb. in Leinw. 4,00 M.

A. H. Bucherer, Grundzüge e. thermodynamischen Theorie elektrochemischer Kräfte. gr. 8°. VI, 144 S. Freiberg, Craz & Gerlach. 4,00 M.

L. Kiepert, Grundriss der Differential- und Integral-Rechnung. II. Thl. Integralrechnung. 6. Aufl. d. gleichnam. Leitfadens v. weil. Dr. Max Stegemann. gr. 8°. XVIII, 599 S. m. 139 Fig. Hannover, Helwing. 11,50 M.

— Tabelle der wichtigsten Formeln aus der Integral-Rechnung. (Aus: K.'s „Grundriss d. Integral-Rechng., 6. Aufl.") gr. 8°. 38 S. Ebenda. 0,50 M.

G. Kirchhoff, Vorlesungen üb. mathematische Physik. 1. Bd. Mechanik. 4. Aufl. Hrsg. v. Prof. Doc. Dr. W. Wien. gr. 8°. X, 464 S. m. 18 Fig. Leipzig, B. G. Teubner. 13,00 M.

Notiz.

In der Abhandlung von K. Strehl, „Ueber die Farbenabweichung der Fernrohrobjektive und des Auges" in *dieser Zeitschr.* **17.** *S.* 77. *1897* lies auf *S.* 78 *Z.* 3 *v. u.* 51,7 % statt 75,9 %.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktionskuratorium:

Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender, Prof. Dr. **A. Westphal**, geschäftsführendes Mitglied,
Prof. Dr. **E. Abbe**, Dr. **H. Krüss**.

Redaktion: Dr. **St. Lindeck** in Charlottenburg-Berlin.

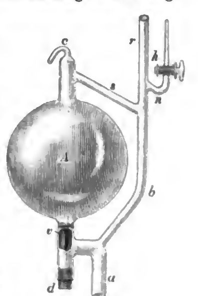
XVII. Jahrgang. **Mai 1897.** Fünftes Heft.

Aenderung an Quecksilberkolbenluftpumpen[1]).

Von
Prof. Dr. **F. Neesen.**

An der in *Wied. Ann. 58. S. 415. 1896* beschriebenen Ventilvorrichtung ist für den Verfertiger die Unbequemlichkeit vorhanden, dass das Ventil eingestellt werden muss. Durch die Verlegung des Ventiles an eine andere Stelle fällt dieser Umstand weg und werden gleichzeitig andere Vortheile gewonnen.

Das Quecksilbergefäss *A* (vgl. die Fig.) steht durch *a* in Verbindung mit dem Reservoir, aus welchem es gefüllt wird, und durch die bekannte Kapillare *c* mit der Saugpumpe oder der atmosphärischen Luft. In *a* ist ein Rückschlagventil *v* angeordnet; ferner geht von *a* eine Rohrverbindung *b* zum auszupumpenden Rezipienten. Rohr *s* zweigt von *b* ab und führt nach dem oberen Theil des Gefässes *A*.



Steigt nun das Quecksilber in *a* in die Höhe, so schliesst sich durch Auftrieb das Ventil *v*. Das Quecksilber geht daher nach *b*, schliesst das zum Rezipienten führende Rohr *r* ab und geht durch *s* nach *A* über, fällt also von *oben* in *A* hinein, während bei allen bisherigen Ausführungen das Quecksilber von *unten* in *A* aufsteigt. Die Luft wird wie sonst durch das Quecksilber nach *c* und von da weiter getrieben. Beim Zurückfallen des Quecksilbers von *A* nach *a* öffnet sich Ventil *v* und lässt das Quecksilber austreten. Hierbei entleert sich auch Rohr *b*, sodass die Verbindung von *A* mit dem Rezipienten *während der ganzen Dauer* des Herunterfallens des Quecksilbers hergestellt ist. Der grosse Vortheil, welchen der letzterwähnte Umstand mit sich bringt, ist schon früher hervorgehoben worden. Die Luft braucht bei vorgeschrittener Verdünnung eine erhebliche Zeit, um aus den entfernteren Theilen des Rezipienten zum Gefäss *A* zu gelangen, sodass es von erheblichem Nutzen ist, dass hier *A* lange mit dem Rezipienten in offener Verbindung steht.

Ein weiterer Gewinn ergiebt sich daraus, dass nicht mehr wie früher die ganze in *A* befindliche Quecksilbermenge in Aufwärtsbewegung begriffen ist. Bisher war das stets der Fall; es brachte dies den Uebelstand mit sich, dass beim Anschlagen dieser grossen Quecksilbermenge gegen die Kapillare *c* oder den an Stelle derselben befindlichen Hahn sehr leicht ein Zerspringen der Pumpe erfolgt. Diese Gefahr fällt

[1]) Vorgetragen in der Physikalischen Gesellschaft in Berlin am 19. 3. 1897.

bei der neuen Einrichtung ganz weg, sodass man das Quecksilber bis zum letzten Augenblicke mit gleicher Geschwindigkeit aufsteigen lassen kann. Ich ziehe vor, die Geschwindigkeit nicht zu gross zu nehmen, weil sich sonst leicht Luftblasen an den Wänden von *A* festsetzen. Bei meiner selbstthätigen Pumpe ist an dem Reservoir, aus welchem das Quecksilber nach *A* übersteigt, ein Hahn bei der Verbindungsstelle mit der äusseren Luft angebracht, durch dessen Stellung der Zufluss der Luft gehemmt und so das Aufsteigen des Quecksilbers verlangsamt werden kann.

Einen dritten Vortheil bietet die Einrichtung darin, dass man mit derselben nach Belieben die angesaugte Luft aus *A* wieder in den Rezipienten zurücktreten lassen kann. Es war das bisher der einzige Vorzug der alten Hahnluftpumpen vor den sonst überlegenen Pumpen mit der Kapillaren *c*.

Hat man zum Beispiel meine selbstthätige Pumpe mit Hahnsteuerung und hat zu viel Luft aus dem Rezipienten nach *A* übergehen lassen, so wird der Steuerungshahn an dem Quecksilberreservoir, welcher die abwechselnde Verbindung des letzteren mit einer Saugpumpe oder der äusseren Luft besorgt, mit der Hand umgelegt, sodass äussere Luft zutritt und das Quecksilber unter Abschluss von *r* nach *A* überfällt. Ist die Luft in *A* hinreichend zusammengedrückt, so schlägt man den Hahn wieder um, das Rohr *b* entleert sich rasch, wodurch die Verbindung zwischen *A* und dem Rezipienten hergestellt wird. Nach Eintritt des gewünschten Verdünnungsgrades schlägt man den Hahn abermals um, worauf *r* durch das ansteigende Quecksilber abgeschlossen wird.

Durch das Ventil *v*, das von grossem Querschnitt genommen werden kann, da es ja nicht ganz dicht zu schliessen braucht, fliesst das Quecksilber ebenso rasch wie sonst ab. Es kommt dem Ueberdruck von oben der Umstand zu Hülfe, dass in *b* das Quecksilber rascher wie in *A* sinkt, sodass es unter den Ventilkörper *v* weggesogen wird, also der Auftrieb zum Theil aufhört.

Um *v* vorkommenden Falles reinigen zu können, ist *v* in einem unten offenen, durch Gummistöpsel *d* zu verschliessenden Seitenrohr zu *a* angeordnet.

Die Figur zeigt schliesslich noch einen kleinen Hahn *h* am Rohre *r*, welcher in einem mit einer wenige Millimeter tiefen Bohrung versehenen Kapillarrohr *n* sitzt. Das offene Ende dieses Rohres ist in eine feine Spitze ausgezogen. Dieser Theil hat den Zweck, nach Bedürfniss kleine Luftmengen einzulassen.

Beim Spiel der Pumpe füllt sich die Kapillare *n* bis auf eine kleine Luftblase mit Quecksilber. Soll nun etwas Luft eintreten, so wird der Hahn *h* langsam geöffnet. Luft tritt ein, drückt das Quecksilber aus *n* heraus und geht in den Rezipienten über. Da die eintretende Luft nur eine Spannung von wenigen Millimeter besitzt, so hat man es in der Hand, durch rechtzeitiges Schliessen des Hahnes nur sehr kleine Luftmengen eintreten zu lassen. Anbringung eines zweiten Hahnes, wie bei der alten Geissler'schen Hahnluftpumpe, könnte die Einrichtung noch empfindlicher machen.

Die beschriebene Anordnung lässt sich nachträglich an allen Quecksilberpumpen, welche auf dem Kolbenprinzip beruhen, anbringen[1]).

[1]) Angefertigt werden Pumpen mit der beschriebenen (durch D.R.G.M. Nr. 70 126 geschützten) Einrichtung von Hrn. Niehls, Berlin N., Schönhauser-Allee 168.

Ueber die Empfindlichkeit der Thermometer in Flüssigkeiten.

Von
Dr. J. Hartmann in Potsdam.

Gleichzeitig mit den in *dieser Zeitschr.* **17.** *S. 14. 1897* besprochenen Experimenten hatte ich auch eine grosse Anzahl Versuche über die Empfindlichkeit der Thermometer in verschiedenen Flüssigkeiten ausgeführt in der Absicht, auf diesem Wege zu einer einfachen Bestimmung der spezifischen Wärme der Flüssigkeiten zu gelangen. Die Veröffentlichung dieser Beobachtungen unterblieb, weil sie nicht zu dem erstrebten Ziele geführt hatten. Erst kürzlich erfuhr ich, dass Hr. Thiesen (Vergleichungen von Quecksilberthermometern. *Metronomische Beiträge Nr. 3*) Versuche auf dem gleichen Gebiete ausgeführt hat. Die Ergebnisse, zu denen Hr. Thiesen gelangte, wichen von den meinigen jedoch so erheblich ab, dass ich nochmals eine Anzahl von Messungsreihen unternahm, welche meine früheren Resultate vollkommen bestätigten.

Hr. Thiesen wollte den Fehler ermitteln, welcher bei der Vergleichung von Thermometern im Wasserbade dadurch entstehen kann, dass die einzelnen Instrumente den Schwankungen der Wassertemperatur mit verschiedener Schnelligkeit folgen. Ausgehend von dem Newton'schen Abkühlungsgesetze, dessen Konstante (in meinem früheren Aufsatze γ, bei Thiesen λ) er als Empfindlichkeitskonstante des Thermometers bezeichnete, suchte er experimentell den Betrag der anzubringenden Korrektionen zu ermitteln, gelangte jedoch zu dem Resultate, dass der Gang seiner Thermometer nicht durch das Abkühlungsgesetz darstellbar sei. Von einer scharfen Definition der Empfindlichkeit, wie ich sie in meiner früheren Abhandlung über das Verhalten der Thermometer in Luft gegeben habe, konnte deshalb keine Rede sein, und Hr. Thiesen verzichtete aus diesem Grunde auf die Ableitung einer Korrektion aus seinen Messungen[1]). Da im Gegensatz hierzu aus meinen Beobachtungen unzweifelhaft hervorgeht, dass auch in Flüssigkeiten die Temperaturänderungen der Thermometer fast vollkommen streng dem Abkühlungsgesetze entsprechen, so erlaube ich mir, hier einen Bericht über meine Messungen zu geben.

Zur Bestimmung der Empfindlichkeit der Thermometer in Flüssigkeiten konnte das bei den Messungen in der Luft angewandte Verfahren, Ablesungen in gleichen Zeitintervallen auszuführen, nicht benutzt werden, da hier die Bewegung des Quecksilberfadens viel zu schnell war. Es wurden daher die Durchgangszeiten der Quecksilberkuppe durch die einzelnen Gradstriche elektrisch registrirt. Doch auch so boten die Messungen noch ganz erhebliche Schwierigkeiten dar. Es war nämlich vorauszusehen, dass ein ruhig in einer Flüssigkeit von anderer Temperatur gehaltenes Thermometer dem Abkühlungsgesetze *nicht* folgen würde. Denn bringt man z. B. ein wärmeres Thermometer in ein kälteres Bad, so bildet sich nach und nach um seine Kugel herum eine Hülle von erwärmter Flüssigkeit, die verhältnissmässig langsam

[1]) Thiesen's theoretische Betrachtungen wurden später von Dr. Guillaume in seinen „*Traité de la Thermométrie*" aufgenommen. In einem an die Redaktion dieser Zeitschrift gerichteten Briefe erwähnt Hr. Guillaume ausserdem noch eigene Beobachtungen, die er in einer Sitzung der Physikalischen Gesellschaft (Paris?) am 16. Januar 1891 zur Sprache gebracht hat. Zu meinem Bedauern habe ich trotz aller Bemühungen keinen gedruckten Bericht hierüber ausfindig machen können. Ueber die Empfindlichkeit von Thermometern in Luft wurden Messungen ausgeführt von Hrn. Assmann (*Abhandl. des Kgl. Preuss. Meteorolog. Instituts* **1.** *S. 194*) und von Hrn. Buchanan (*On Rapid Variations of Atmospheric Temperature, especially during Föhn*). Näheres über Assmann's Beobachtungen ist in der *Meteorolog. Zeitschr.* **14.** *S. 49. 1897* mitgetheilt. Buchanan benutzte die von Leslie gegebenen Formeln, um aus der Zeit, welche ein Thermometer zu einer Standänderung von 1° gebraucht, die Geschwindigkeit der umgebenden Luft zu berechnen.

durch Strömung und Leitung die Wärme weitergiebt. In Folge hiervon wird sich nun das Thermometer langsamer abkühlen, als es der Temperatur des Bades entspricht, d. h. die Abkühlungskonstante wird sich kleiner ergeben als zu Anfang. Ein analoger Vorgang tritt ein, wenn die Anfangstemperatur des Thermometers niedriger ist, als die des Bades. Die Wirkung einer ungenügenden Bewegung des Thermometers in der Flüssigkeit wird demnach sein, dass die Empfindlichkeit des Instrumentes im Verlaufe jeder Beobachtungsreihe immer kleiner wird und sich aus der ganzen Reihe überhaupt zu klein ergiebt. Durch einige Versuche, von denen weiter unten ein Beispiel mitgetheilt wird, wurde dies vollkommen bestätigt. Die Messungen wurden daher zunächst in der Weise angestellt, dass das Thermometer während der Beobachtungen in einer grösseren Flüssigkeitsmenge schnell herumbewegt wurde. Da dieses Verfahren jedoch die scharfe Beobachtung der Quecksilberkuppe noch mehr erschwerte, so wurde später das Thermometer ruhig gehalten und dafür die Flüssigkeit in kräftige Bewegung versetzt.

Bei der veränderten Beobachtungsweise wurde auch die Rechnung etwas anders angeordnet. Nimmt man in Gleichung (6) (*diese Zeitschr.* **17.** *S. 15. 1897*) die Brigg'schen Logarithmen, so folgt, wenn M die Zahl 0,43429 . . bezeichnet,

$$\log (A - W) = \log (A_0 - W) + M\gamma t.$$

Je zwei beliebige Beobachtungen ergeben dann die für die Zwischenzeit gültige Abkühlungskonstante γ nach der Gleichung

$$M\gamma = \frac{\log (A_2 - W) - \log (A_1 - W)}{t_2 - t_1} = g.$$

Da schon das Produkt $M\gamma$ ein Maass für die Empfindlichkeit ist, so habe ich im Folgenden nur diese kurz mit g bezeichnete Grösse berechnet.

Die Dimensionen der von mir benutzten Thermometer sind aus der folgenden Zusammenstellung zu ersehen:

Nr. 1. Kugel 11 *mm* Durchm., $1^0 = 5$ *mm*, getheilt in $0{,}2^0$, Querschnitt der Kapillaren etwa 0,025 *mm*².

Nr. 21. Kugel 7,5 *mm* Durchm., $1^0 = 3{,}1$ *mm*, getheilt in $0{,}2^0$, Querschnitt der Kapillaren etwa 0,013 *mm*².

Nr. 24. Zylindrisches Gefäss 17 *mm* Durchm., 40 *mm* lang, $1^0 = 11$ *mm*, getheilt in $0{,}1^0$, Querschnitt der Kapillaren etwa 0,13 *mm*².

Nr. 83. Zylindrisches Gefäss 6 *mm* Durchm., 15 *mm* lang, $1^0 = 5{,}5$ *mm*, getheilt in $0{,}1^0$, Querschnitt der Kapillaren etwa 0,012 *mm*².

Um zugleich die Berechnungsweise zu zeigen, gebe ich die folgende Beobachtungsreihe vollständig wieder.

Nr. 24 in Wasser von $8^0{,}88$ ruhig gehalten.

A	t	$A - W$	$\log (A - W)$	$d \log$	dt	g
°	Sek.	°			Sek.	
20	0,52	11,12	1,0461			
19	1,77	10,12	1,0052	— 0,0409	1,25	— 0,033
18	3,39	9,12	0,9600	452	1,62	28
17	5,55	8,12	0,9096	504	2,16	23
16	8,60	7,12	0,8525	571	3,05	19
15	12,38	6,12	0,7868	657	3,78	17
14	17,49	5,12	0,7093	775	5,11	15
13	23,96	4,12	0,6149	944	6,47	14
12	33,80	3,12	0,4942	1207	9,84	12
11	49,06	2,12	0,3263	1679	15,26	11
10	76,28	1,12	0,0492	2771	27,22	10

Man sieht hier, dass bei ruhig gehaltenem Thermometer g keine Konstante ist, sondern fortwährend kleiner wird. Selbst der erste hier beobachtete Werth 0,033 ist schon erheblich zu klein, da für dieses Thermometer etwa $g = 0{,}055$ ist[1]). Eine Mittelbildung aus obigen Werthen von g wäre nicht einmal als eine rohe Annäherung zu betrachten.

Ganz derselbe Vorgang zeigt sich nun in allen Beobachtungsreihen Thiesen's. Als Beispiel führe ich seine beiden ersten, auf das Thermometer Nr. 101 bezüglichen Messungsreihen an.

Nr. 101 in Wasser von 0°,4.

A	t	g
°	Sek.	
6	3,46	
5	6,63	0,027
4	10,66	26
3	15,19	31
2	23,62	25
1,5	30,49	24
1	41,46	24
0,8	49,40	22
0,7	55,27	21
0,6	63,13	22
0,5	77,25	21

Nr. 101 in Wasser von 35°,5.

A	t	g
°	Sek.	
32	2,74	
33	5,48	0,053
34	9,63	54
34,5	13,71	43
35	20,74	43
35,2	26,20	41
35,4	40,60	33

Bei mehreren anderen Reihen ist der Gang noch viel stärker ausgesprochen. Es dürfte sehr gewagt erscheinen, aus obigen g einen Mittelwerth abzuleiten. Hr. Thiesen erkannte diese Schwierigkeit vollständig und entnahm, „um wenigstens genäherte Werthe zu gewinnen", einer graphischen Darstellung für obige beiden Reihen die Werthe $1/\gamma = 18{,}7$ bezw. $1/\gamma = 10{,}3$, woraus $g = 0{,}0232$ bezw. 0,0422 folgt. Diese beiden Zahlen stellen nun allerdings die durchschnittliche Empfindlichkeit des Thermometers während dieser speziellen Beobachtungsreihen dar, sind aber von so vielen Nebenumständen beeinflusst, dass man sie unmöglich als charakteristische Eigenschaften des Instrumentes betrachten kann. Es leuchtet das noch besser ein, wenn ich erwähne, dass für das Thermometer Nr. 83, welches dem obigen ziemlich ähnlich ist, g etwa den Werth 0,15 hat. In der Nähe dieser Zahlen liegt, wie sich weiter unten noch ergeben wird, überhaupt der Werth von g für die meisten Thermometer von mittleren Dimensionen. Selbst für das äusserst unempfindliche Bodenthermometer Nr. 24 ist noch $g = 0{,}055$, während für die von Thiesen untersuchten Normalthermometer g zwischen 0,064 (Nr. 11 fallend) und 0,0037 (E fallend) liegen soll.

Es unterliegt hiernach keinem Zweifel, dass die von Hrn. Thiesen gefundenen Zahlen nicht Eigenthümlichkeiten der betreffenden Instrumente, sondern nur der Ausdruck rein zufälliger und sonst gänzlich unbekannter thermischer Vorgänge in den Wasserbädern sind, sodass jede Wiederholung des Versuches zu ganz anderen Werthen führen konnte, was sich gewiss auch ergeben hätte, wenn für jedes Thermometer nicht nur eine Beobachtungsreihe bei fallendem und eine bei steigendem Quecksilberfaden ausgeführt worden wäre. Da nun zufälliger Weise die erheblichen zwischen diesen beiden Reihen gefundenen Unterschiede für die Mehrzahl der untersuchten Instrumente das gleiche Vorzeichen hatten (Fallen findet langsamer statt als Steigen), so führte das zu der Annahme, dass dieses zu langsame Fallen eine allgemeine Eigen-

[1]) Die Zahlen g und γ sind stets negativ, da sie Logarithmen des echten Bruches $1 - E$ sind. Im Folgenden kommt es nur auf die absoluten Werthe an, weshalb ich das Vorzeichen fortlasse.

schaft der Thermometer sei. Auch die von Hrn. Thiesen hierfür gegebene Erklärung scheint mir nicht stichhaltig zu sein. Falls nämlich, wie Hr. Thiesen meint, bei sehr rascher Abkühlung des Thermometergefässes die Kapillarkräfte und die Schwerkraft zusammen nicht ausreichen sollten, den Quecksilberfaden mit der nöthigen Geschwindigkeit durch das enge Rohr zu befördern, so wird derselbe einfach nahe am Gefässe zerreissen, worauf der Faden seine eigene, von der Abkühlung ganz unabhängige Geschwindigkeit annimmt. Ich hatte bei meinen Versuchen mit Thermometer Nr. 83 einige Male Gelegenheit, einen solchen Vorgang zu beobachten. Nach Hrn. Thiesen's Darstellung müsste man dagegen annehmen, dass sich die Quecksilbersäule unter dem Einflusse der Reibung in der Kapillaren wie ein Gummifaden ausdehnte.

Um zu zeigen, wie genau bei hinreichender Bewegung der Flüssigkeit der Gang des Thermometers dem Abkühlungsgesetze folgt, wird die Mittheilung der beiden folgenden Reihen genügen.

Thermometer steigend.
Nr. 24 in Wasser von 19°,37.

A	t	g	$B-R$
°	Sek.		Sek.
11,03	0,46		+ 0,08
12,03	1,58	0,050	+ 18
13,03	2,62	61	+ 7
14,03	4,03	53	+ 11
14,53	4,83	53	+ 13
15,03	5,61	56	+ 5
15,53	6,46	63	− 6
16,02	7,54	55	− 8
16,52	8,78	57	− 12
17,02	10,40	52	− 3
17,52	11,95	67	− 38
18,01	14,68	49	− 10
18,50	18,30	54	− 2
18,60	19,20	59	− 9
18,70	20,30	55	− 9
18,80	21,62	53	− 6
18,90	23,22	52	+ 1
19,00	25,10	55	− 1
19,10	27,73	52	+ 12
19,20	31,50	54	+ 21
19,30	38,18	58	− 15

$g = 0{,}05470$

$\log A_0 - W = 0{,}9417$

Thermometer fallend.
Nr. 24 in Wasser von 5°,81.

A	t	g	$B-R$
°	Sek.		Sek.
16,02	0,26		− 0,17
15,03	1,22	0,046	− 3
14,03	2,17	52	0
13,03	3,23	53	+ 2
12,03	4,42	54	+ 2
11,53	5,14	50	+ 7
11,03	5,80	59	− 1
10,53	6,67	50	+ 6
10,03	7,48	59	− 3
9,54	8,49	53	− 1
9,05	9,79	47	+ 15
8,56	10,98	60	+ 4
8,07	12,39	61	− 12
7,58	14,40	53	− 8
7,48	14,99	42	+ 5
7,39	15,49	53	+ 9
7,29	15,98	57	+ 7
7,20	16,49	59	+ 7
7,10	17,01	62	0
7,01	17,60	59	+ 1
6,91	18,37	49	+ 8
6,81	19,11	56	+ 6
6,71	19,82	65	− 8
6,61	20,86	49	+ 2
6,51	21,86	58	− 5
6,41	23,19	50	+ 4
6,31	24,52	59	− 9
6,21	26,26	56	− 13
6,11	28,62	53	− 8

$g = 0{,}05418$

$\log A_0 - W = 1{,}0323$

Die hundertstel Grade unter A sind durch Anbringung der Kaliberkorrektion entstanden. Da die einzelnen Werthe von g aus dem Verhalten des Thermometers während sehr kurzer Zeiträume (hier von 0,49 Sek. an) berechnet sind, so sind sie

naturgemäss sehr unsicher, zeigen jedoch durchaus keinen regelmässigen Gang. Noch deutlicher erkennt man die genaue Befolgung des Abkühlungsgesetzes, wenn man aus den am Fusse obiger Reihen angegebenen, nach der Cauchy'schen Methode berechneten Zahlen die einzelnen Beobachtungszeiten ableitet. Es bleiben dann die in der letzten Kolumne aufgeführten Fehler übrig. Obwohl diese Zahlen den Betrag der bei derartig eiligen Beobachtungen zu erwartenden Fehler nicht überschreiten, so zeigen sie doch ein so regelmässiges Verhalten, dass hierüber noch einige Worte gesagt werden müssen. In allen Beobachtungsreihen unterliegen die Werthe von $B-R$ regelmässigen Schwankungen, sodass stets eine grosse Anzahl gleicher Vorzeichen aufeinander folgen. Häufig liegen zu Anfang und zu Ende der Reihe lauter negative Vorzeichen und in der Mitte positive, doch eben so oft ist es auch umgekehrt. Es wäre nun wohl möglich, diese Vertheilung der Vorzeichen physiologisch zu erklären. Denn soll man sehr schnell hintereinander eine Anzahl Signale geben und führt eines hiervon etwas zu spät aus, so ist es höchst wahrscheinlich, dass auch die folgenden mit einem ähnlichen Fehler behaftet sein werden. Es ist jedoch auch nicht ausgeschlossen, dass sich in diesen Zahlen sehr geringfügige Abweichungen von der strengen Befolgung des Abkühlungsgesetzes verrathen, indem die Formveränderungen des Glases nicht gleichmässig, sondern in wellenförmigen Schwankungen erfolgen. Namentlich müssen auch die grösseren Glasmassen, mit denen die Kugel am Halse des Thermometers befestigt ist, störend einwirken.

Trotz der genannten Fehler geht aus meinen Beobachtungen hervor, dass auch in Flüssigkeiten die Thermometer dem Abkühlungsgesetze äusserst nahe folgen, sodass sich auch hier die Abkühlungskonstante bezw. Empfindlichkeit des Thermometers ziemlich scharf bestimmen lässt. Um einen Ueberblick über die hierbei erreichbare Genauigkeit sowie die bei verschiedenartiger Anordnung der Experimente beobachteten Werthe von g zu geben, theile ich noch die Resultate von einer Anzahl meiner Messungsreihen mit.

	Nr. 1		Nr. 24	
	steigend	fallend	steigend	fallend
Thermometer bewegt in Wasser	0,1117	0,1163 1105	0,0527	0,0526 515
Mittel	0,1117	0,1134	0,0527	0,0520
Thermometer bewegt in Schwefelsäure	0,0640 706	0,0701 674	0,0323 342	0,0346 369
Mittel	0,0673	0,0688	0,0332	0,0358
Thermometer bewegt in Alkohol		0,0701 715		0,0388 365
Mittel		0,0708		0,0376
Thermometer bewegt in Quecksilber	0,1379 1383	0,1444 1443	0,0567 559	0,0589 585
Mittel	0,1381	0,1444	0,0563	0,0587
Thermometer ruhig in stark bewegtem Wasser			0,0558 536 547 579	0,0506 542 558 568
Mittel			0,0555	0,0544

	Nr. 21		Nr. 83	
	steigend	fallend	steigend	fallend
Thermometer bewegt in Wasser	0,1419	0,1541	0,1433	0,1333
	1523	1491	1440	1396
		1542		1434
Mittel	0,1471	0,1525	0,1436	0,1388
Thermometer ruhig in stark bewegtem Wasser			0,1512	0,1420
			1599	1599
			1457	1590
Mittel			0,1523	0,1536

Die einzelnen Werthe von g weichen bis zu 10% von einander ab und zwar stets in dem Sinne, dass bei stärkerer Bewegung noch grössere Zahlen resultirten. Um den Einfluss von Nebenumständen deutlich zu zeigen, wurde noch der folgende Versuch gemacht: Nr. 83 wurde abwechselnd in ein grosses Gefäss mit warmem und in ein kleines mit kaltem Wasser gebracht und beide Male möglichst gut bewegt. Es ergab sich

Steigend im grossen Gefäss	Fallend im kleinen Gefäss
$g = 0,1477$	$g = 0,1314$
1519	1281
1543	1197
Mittel 0,1513	Mittel 0,1264

Diese Zahlen scheinen einen Unterschied zwischen Steigen und Fallen in dem oben besprochenen Sinne zu beweisen. Ein Vergleich mit den einwurfsfreieren Zahlen der obigen Tabelle zeigt jedoch, dass nur in dem kleinen Gefässe g viel zu klein gefunden wurde, weil das Thermometer nicht schnell genug bewegt werden konnte. Es ist nicht ausgeschlossen, dass bei noch stärkerer Bewegung auch die in dieser Tafel gegebenen Mittelwerthe noch eine kleine Zunahme erfahren, doch glaube ich, dem Grenzwerthe schon sehr nahe gekommen zu sein.

Für die beiden sehr verschieden geformten Thermometer Nr. 21 und Nr. 83 ergiebt sich fast derselbe Werth 0,1498 bezw. 0,1471 im Mittel aus den Zahlen obiger Tabelle, während für das etwas grössere Thermometer Nr. 1 $g = 0,1125$ folgt. In Quecksilber ist die Empfindlichkeit wenig grösser, in Alkohol und konzentrirter Schwefelsäure etwa 30% kleiner als in Wasser.

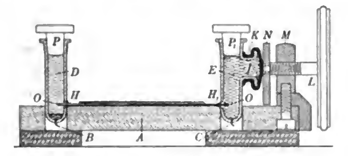
Nimmt man für ein mittleres Instrument $g = 0,13$ an, so folgt γ (für 1 Sekunde) $= 0,299$ und die Empfindlichkeit E für eine Sekunde 0,259. In einem kräftig bewegten Wasserbade durchläuft also ein mittleres Thermometer in jeder Sekunde den vierten Theil des zu Anfang der Sekunde vorhandenen Unterschiedes zwischen der Wassertemperatur und der Thermometerangabe. Bringt man das Instrument in ein solches Bad von 10° anderer Temperatur, so wird es nach 16 Sekunden, bei 100° Temperaturunterschied nach 23 Sekunden die Wasserwärme auf 0°,1 richtig anzeigen.

Potsdam, Astrophys. Observatorium, März 1897.

Transportables Kapillarelektrometer mit neuer Einstellvorrichtung und horizontaler Kapillare.

Von
Custos **H. Westien** in Rostock.
(Mittheilung aus dem physiologischen Institut der Universität Rostock i. M.)

Dieses kompendiöse Instrument, das ich auf Veranlassung des Herrn Professor Langendorff konstruirt habe, ist folgendermaassen eingerichtet. Eine 10 *mm* starke, geschliffene Glasplatte A ist bei B und C mit Durchbohrungen versehen, in welche die Glasfläschchen D und E eingegipst sind; in jedes Fläschchen ist ein unten abgerundeter Glasstöpsel P und P_1 eingeschliffen und am Boden ein Platindraht eingeschmolzen, welcher die leitende Verbindung mit zwei zugehörigen Klemmen herstellt. In Höhe der oberen Fläche der Glasplatte A ist das Fläschchen D mit einer kleinen Tubulatur H versehen, desgleichen das Fläschchen E; letzteres hat ausserdem noch die seitliche Tubulatur I. Auf diese ist die Gummimembran K aufgebunden. Senkrecht zu dieser Membran schraubt sich die Mikrometerschraube L in einem Ständer M, welcher auf der Glasplatte A montirt ist. Zwischen Membran und Mikrometerschraube befindet sich eine Elfenbeinplatte N, die das direkte Berühren der



abgerundeten Schraube mit der Membran verhindert. Durch die beiden Tubulaturen hindurch stehen die Glasfläschchen D und E mittels der Kapillaren O in Verbindung, die auf der Glasplatte aufliegt und an den Tubulaturen gut verdichtet ist.

Die Kapillare habe ich wie ein mikroskopisches Präparat mit einem Deckgläschen bedeckt und in Kanadabalsam eingeschlossen.

Um das Kapillarelektrometer zu füllen, entfernt man zunächst die Stöpsel P und P_1 aus den Fläschchen, schraubt die Mikrometerschraube L möglichst weit nach rechts, giesst reines, luftfreies Quecksilber in die Flasche E und steckt den Glasstöpsel P_1 in die Flasche E fest ein, wodurch die Membran K nach aussen gewölbt wird und Quecksilber in die Kapillare tritt. Jetzt schraubt man die Schraube L so weit nach links, bis die ganze Kapillare mit Quecksilber gefüllt ist und aus dem Ende der Kapillare kleine Quecksilbertröpfchen in das Gefäss D fallen; alsdann füllt man in dieses Gefäss zuerst ein paar Tropfen Quecksilber und dann bis zum Rande verdünnte Schwefelsäure und schliesst das Gefäss mit dem Glasstöpsel P. Darauf schraubt man vorsichtig die Schraube L nach rechts, wodurch die Quecksilbersäule sich auch nach rechts bewegt und Schwefelsäure in die Kapillare eintritt.

Soll mit dem Kapillarelektrometer beobachtet werden, so legt man dasselbe auf den Objekttisch eines Mikroskops, stellt den Tubus auf die Kapillare ein und bringt durch entsprechende Drehung der Schraube L die Quecksilberkuppe in die Mitte des Gesichtsfeldes. Jetzt verbindet man die Klemmschrauben unter Zwischenschaltung von Schlüssel, Wippe und unpolarisirbaren Elektroden mit dem betreffenden Präparat. Die Vortheile dieses Kapillarelektrometers sind folgende:

1. Es lässt sich bequem auf jeden Mikroskoptisch legen und wie ein Objektträger durch die vorhandenen Klemmen fixiren;

2. das Quecksilber- wie das Schwefelsäure-Gefäss sind durch konische Stöpsel verschlossen und es kann somit weder Quecksilber noch Schwefelsäure verschüttet werden;

3. die Kapillare ruht wie ein mikroskopisches Präparat auf einem Objektträger, ist in Kanadabalsam eingeschlossen und mit einem Deckglas bedeckt. Die Kapillare kann also nicht leicht zerstört werden;

4. die Konstruktion gestattet Verwendung feinster Kapillaren und somit die Benutzung der stärksten Objektivsysteme;

5. das Instrument ist transportabel und im gefüllten Zustande versendbar, kann leicht ohne Mühe eingestellt und im Falle, dass einmal eine frische Füllung erwünscht sein sollte, in einigen Minuten neu gefüllt werden.

Präzisions-Winkelmesser für rechtwinklige Prismen.

Von
Mechaniker **Gustav Halle** in Berlin-Rixdorf.

Von der Firma Voigtländer & Sohn ward mir der Auftrag gegeben, einen Winkelmesser für die möglichst genaue Bestimmung des rechten Winkels von Reflexions-Glasprismen herzustellen. Das häufig angewandte Verfahren, Fühlhebelbewegungen mittels Doppelhebel und Zahnrad auf einen vor einer Skale spielenden Zeiger vergrössert zu übertragen, habe ich durch eine Verbindung von *mechanischen* und *optischen* Vergrösserungsmitteln ersetzt. Diese mir gesetzlich geschützte Anordnung (D.R.G.M. Nr. 69 268) soll hier kurz beschrieben werden.



Fig. 1.

In Fig. 1 ($^1/_3$ nat. Grösse) ist A eine starke Metallplatte, auf welcher das staubdichte Gehäuse[1]) G für den Fühlhebel B befestigt ist. C ist die harte Achsenbuchse dieses Winkelhebels; zwischen zwei glasharten Spitzenschrauben leicht beweglich, giebt dieselbe dem Fühlhebel einen zuverlässigen Stütz- und Drehpunkt. In dem kurzen, horizontal liegenden Schenkel ist mit feingängigem Gewinde verstellbar der Kontaktstift K (Fig. 2) befestigt, welcher in einer glasharten, fein polirten Halbkugel endigt. Der vertikale Arm des Winkelhebels, der 10-mal so lang ist als der kurze, läuft in eine gehärtete feine Stahlspitze aus, deren seitliche Ausschläge mittels eines 30-fach

[1]) In der Figur ist die Vorderplatte abgenommen, um den Fühlhebel zu zeigen.

vergrössernden Mikroskopes *M* beobachtet werden. Dasselbe ist auf einer kräftigen Säule horizontal montirt, besitzt ein achromatisches Doppelobjektiv (für gute Bildebenheit), ist in der optischen Achse verschiebbar und lässt sich durch eine Klemmschraube, wenn es auf die Zeigerspitze eingestellt ist, festklemmen. Im Okular befindet sich eine Glas-Mikrometerskale, deren Intervalle einer Verschiebung des Kontaktstiftes um 0,01 *mm* entsprechen. Nach dem Obigen wird also die Verschiebung von *K* 300-fach vergrössert. Die Okularlinse ist zum Verschieben eingerichtet, um für jedes Auge die Mikrometereinstellung zu ermöglichen. Am Sockel der Mikroskopsäule befindet sich eine feingängige Stellschraube, um den Nullpunkt der Skale reguliren zu können.

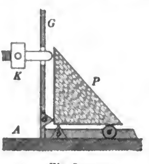


Fig. 2.

Zwei verstellbare Schraubenanschläge, etwa in der Mittellage des langen Fühlhebel-Schenkels, dienen dazu, die Zeigerausschläge beliebig zu begrenzen.

Die Lagerung des zu messenden Prismas ist nach den Angaben von Hrn. Dr. Kaempfer (Firma Voigtländer & Sohn) zweckentsprechend wie folgt angeordnet (vgl. Fig. 2, ungefähr nat. Grösse). An der rechten Seitenwand des Gehäuses, welche vom Kontaktstift durchbrochen wird, ist eine harte Stahlleiste *a* von 18 *mm* Länge festgesetzt, parallel der Grundplatte und von dieser mit der scharfen Aussenkante 4 *mm* entfernt. Eine zweite ebensolche Stahlleiste *b* ist direkt auf der Grundplatte in gleichem Abstand von der Seitenwand befestigt. Sodann ist in etwa 12 *mm* Entfernung von der letztgenannten Leiste eine glasharte, fein polirte Stahlkugel *c* in gleicher Höhe wie die Dreikantleiste gelagert; beide Körper sind mittels einer starken Deckplatte, aus welcher nur die oberen Kuppen ein wenig hervorragen, mit der Grundplatte verbunden; sie bieten die unveränderliche Auflage für das zu prüfende Prisma, während die Schneide *a* die sichere Anlage des Messobjekts gewährleistet.

Für den gebrauchsfähigen Zustand des Apparates ist es natürlich Bedingung, dass der Kontaktstift um 0,15 bis 0,20 *mm* weiter aus der Seitenplatte herausragt, als die obere Schneide vorsteht, damit auch *spitze* Winkelwerthe auf der Mikrometerskale zur Erscheinung kommen.

Der Mikrometerskale habe ich eine hinreichende Ausdehnung gegeben, welche den weitesten Anforderungen genügen dürfte; nach jeder Seite des Nullpunktes sind 15 Theilstriche eingeätzt. Die sichtbare Winkeldifferenz (für die volle Skale) bedeutet etwa $1^1/_2$ Grad. In dem gleichmässig hellen, weissen Gesichtsfeld, welches durch eine von der *Rückseite* beleuchtete Milchglasplatte erzeugt wird, lassen sich sehr bequem noch die Zehntel Intervalle, entsprechend einer Kontaktstiftbewegung von 0,001 *mm* oder 18 Bogensekunden Winkelunterschied (vertikale Entfernung *a K* gleich 12 *mm*), erkennen.

Für die Justirung des Nullpunktes ist selbstverständlich ein mittels Reflexionsgoniometer zu bestimmendes, genau rechtwinkliges Prisma als Normalobjekt erforderlich, welches dem Apparat für die nothwendige Kontrole dauernd beigefügt werden muss. Das Arbeiten mit diesem neuen Winkelmesser vollzieht sich sehr schnell und sicher; ohne jede Mühe kann mit dem Apparat auch der Ungeübte relative Winkelwerthe bestimmen, er ist somit ein wirklich praktischer Werkstattapparat.

Der Verkaufspreis beträgt, einschliesslich eichenem Transportschränkchen, 125 Mark.

Die Thätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in der Zeit vom 1. Februar 1896 bis 31. Januar 1897[1]).

A. Erste (Physikalische) Abtheilung.

I. Thermische Arbeiten[2]). *1. Ausdehnung des Wassers und daran anschliessende theoretische Arbeiten*[3]).

Die absolute Bestimmung der Ausdehnung des Wassers konnte, wie vorausgesehen war, bis zu Temperaturen von 40° durchgeführt werden. Die Arbeiten sind abgeschlossen und zunächst auszugsweise veröffentlicht worden (vgl. Anhang Nr. 1).

Es ergaben sich folgende Werthe der Dichte bei den entsprechenden Temperaturen des Wasserstoffthermometers:

t	ε
0°	0,999 8679
3,98	1,000 0000
10	0,999 7272
15	0,999 1263
20	0,998 2298
25	0,997 0714
30	0,995 6732
35	0,994 0576
40	0,992 2417

Diese Veröffentlichung wird aber, abgesehen von einer ausführlicheren Beschreibung der Versuche und Rechnungen in den „Wissenschaftlichen Abhandlungen", noch nach zwei Richtungen hin zu ergänzen sein.

Zunächst waren Interpolationsformeln zu suchen, welche die Dichte des Wassers als Funktion der Temperatur in dem Versuchsintervalle von 0° bis 40° möglichst genau darstellen und sich auch für andere Temperaturen nicht zu weit von den aus anderen Beobachtungen bekannten Werthen entfernen sollten. Diese Aufgabe liess sich ziemlich gut durch gebrochene Funktionen lösen, während die einfache Potenzenreihe eine übergrosse Zahl von Konstanten erfordert.

Beispielsweise ergiebt sich eine genügende Darstellung der Versuchsresultate bei Anwendung der Formel

$$1 - \varepsilon = \frac{(t - 3^{\circ},980)^2}{503\,570} \cdot \frac{t + 283^{\circ}}{t + 67^{\circ},26}.$$

Andererseits gaben die Versuche Veranlassung, die Erscheinungen näher zu verfolgen, welche bei der Spiegelung an einer durch kapillare Kräfte schwach gekrümmten Oberfläche auftreten, Erscheinungen, die sich auch beim Normal-Barometer der Anstalt geltend machen und deren Wichtigkeit mit der weiteren Verbreitung der benutzten Ablesungsmethode wachsen wird. Die hiervon herrührende Korrektion war bei den Versuchen in einer nicht ganz befriedigenden Weise rein empirisch ermittelt worden; doch lässt sich ihr Gesetz und bei vorausgesetzter Kenntniss der Kapillaritätskonstanten auch ihre Grösse durch eine verhältnissmässig einfache Theorie finden. Diese theoretischen Untersuchungen sind über das zunächst vorliegende Bedürfniss hinaus verfolgt und daher durch private Thätigkeit ergänzt worden; ein Theil derselben wird demnächst veröffentlicht werden können.

[1]) Auszug aus dem dem Kuratorium der Reichsanstalt im März 1897 erstatteten Thätigkeitsbericht. Die Zahl der an der Anstalt ständig beschäftigten Personen beträgt 74. Als wissenschaftliche Gäste und freiwillige Mitarbeiter gehörten ausserdem der Abtheilung I die Hrn. Prof. Dr. Pringsheim und Prof. Dr. Rubens, der Abtheilung II Hr. Dr. Dietz an.

[2]) Im Folgenden sind die Namen derjenigen Beamten, welche die betreffenden Arbeiten ausführten, in Anmerkungen zu den einzelnen Nummern des Textes aufgeführt.

[3]) Thiesen, Scheel, Diesselhorst.

Zur Bestimmung der Dichte des Wasserdampfes bei Atmosphärendruck nach der Methode von **Bauer** wurden Vorversuche ausgeführt und die anfänglich durch die Kondensation des Wasserdampfes auftretenden Schwierigkeiten überwunden. Die endgültigen Versuche wurden zurückgestellt, da der Hohlkörper, auf dessen Wägung die Bestimmung beruht, noch unzulässige Aenderungen zeigte. *2. Dampfdichte*[1]).

Die Bestimmung der Dampfdichte bei Drucken bis zu 20 Atmosphären wird unmittelbar nach Lieferung und Aufstellung des Manometers (eines gebrochenen Quecksilber-Wasser-Manometers, wie es durch die endgültige Entscheidung über den Beobachtungsraum bedingt wurde) in Angriff genommen werden können. Die übrigen Apparate sind aufgestellt und soweit angängig geprüft worden, die Lieferung des Manometers steht in naher Aussicht.

Einem Wunsche der 11. Konferenz der internationalen Erdmessung entsprechend wurden Untersuchungen über die Aenderung der Elastizität von Metallen mit der Temperatur ausgeführt. Die Temperaturkoëffizienten der meisten untersuchten Metalle und Legirungen sind von derselben Ordnung und wesentlich grösser als bei den besseren Glassorten; nur die Platinmetalle zeigen ziemlich kleine Koëffizienten. Unter den übrigen untersuchten Metallen zeigte Nickel die kleinste Aenderung. *3. Aenderung der Elastizität von Metallen*[2]).

Bei der Wiederaufnahme des Studiums des galvanischen Platinthermometers hat sich die von **Julius** vorgeschlagene Methode zur erschütterungsfreien Aufstellung des Galvanometers[4]) mittels trifilarer Aufhängung gut bewährt. *4. Platinthermometer*[3]).

Die Fertigstellung der grossen hydrostatischen Waage ist erfolgt. Die hier neu eingeführte Klemm-Arretirung erfordert zwar eine sehr sorgfältige Justirung, erfüllt dann aber auch ihre Aufgabe, eine grosse Konstanz der Gleichgewichtslagen herbeizuführen, in einer fast über Erwarten vollkommenen Weise *5. Waage.*

Für die Versuche bei höheren Temperaturen, welche in Aussicht stehen, ist eine Anzahl von Quecksilberthermometern aus dem Jenaer Glase 59^{III} angefertigt worden. Die Theilung der bisher gelieferten Thermometer ist erfolgt; ihre Untersuchung hat nur eben in Angriff genommen werden können. *6. Quecksilberthermometer für höhere Temperaturen*[5]).

Eine eingehende Vergleichung mehrerer der ersten und der zweiten Abtheilung der Reichsanstalt gehöriger Quecksilber-Normalthermometer aus den Jenaer Gläsern 16^{III} und 59^{III} wird demnächst abgeschlossen werden können. Die Vergleichungen umfassen für jede der beiden Glassorten je zwei Instrumente aus beiden Abtheilungen und werden bei den Temperaturen 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 75° vorgenommen. *7. Vergleichung von Quecksilber-Normalthermometern der beiden Abtheilungen*[6]).

Die auf die Stahlschrauben des **Fizeau**'schen Tischchens zurückgeführte Ausdehnung des Quarzes hatte, wie bereits im vorjährigen Thätigkeitsberichte erwähnt wurde, eine etwa 2% betragende Abweichung von dem durch **Benoît** gefundenen Werth. Der letztere ist auf die Ausdehnung eines wohl einwurfsfreien Materials, des Platin-Iridiums zurückgeführt; er wird ferner durch die gute Uebereinstimmung der mit seiner Hülfe berechneten und der absolut gemessenen Wasserausdehnung bestätigt. Da ausserdem bei den beiderseitigen Versuchen optisch reine, genau senkrecht zur Achse geschnittene Quarzwürfel zur Verwendung kamen, so lag die Vermuthung nahe, dass der Grund für die gefundene Abweichung in dem Werthe für die Ausdehnung der Stahlschrauben des Tischchens zu suchen sei. Es wurden deshalb zahlreiche Kontrolmessungen angestellt, welche zu dem Ergebniss führten, dass eine etwa 2% übersteigende Genauigkeit der Messungen bei Anwendung von Stahlschrauben kaum erwartet werden dürfe, trotzdem der zu den Schrauben verwendete Stahl s. Z. besonders sorgfältig ausgewählt und einem lange dauernden Glühprozess unterworfen worden war. *8. Arbeiten mit dem Fizeau-Abbe'schen Dilatometer*[7]).

---

1) Thiesen.
2) Thiesen, Orlich.
3) Orlich.
4) *Diese Zeitschr.* **16.** *S. 267. 1896.*
5) Scheel, Orlich.
6) Gumlich, Scheel.
7) Gumlich.

Zudem zeigten sich die Stahlschrauben nach längeren Versuchsreihen stets stark mit Rost überzogen. Auch hierauf könnte ein Theil der Unsicherheit zurückzuführen sein, da durch eine 1 bis 2 μ betragende Hebung der auf den Spitzen der Stahlschrauben ruhenden Deckplatte die ganze Differenz erklärt sein würde.

Nachdem festgestellt worden war, dass sich auch bei den Messungen in der Zeiss'schen Werkstätte grössere Unregelmässigkeiten herausgestellt hatten, die nur auf die Inhomogenität des Stahls zurückzuführen waren, wurde die Einführung eines Hohlzylinders aus Quarz als Vergleichskörper beschlossen. Die Firma Zeiss erklärte sich bereit, einen derartigen Quarzzylinder mit Deckplatten zu liefern.

Auch die Heizvorrichtung wird einer Vervollkommnung bedürfen, durch welche die Konstanz der Luftbeschaffenheit im Heizraum sicher verbürgt wird.

9. Messung tiefer Temperaturen[1]. Die Messung tiefer Temperaturen bis zum Siedepunkt der flüssigen Luft ist in München in dem Laboratorium der Gesellschaft für Linde's Eismaschinen ausgeführt worden. Die auf das Wasserstoffthermometer bezogene Temperatur lässt sich als Funktion des Widerstandes des reinen Platins näherungsweise durch die Gleichung

$$t = -258{,}3 + 5{,}0567\,W + 0{,}005\,885\,W^2$$

darstellen. Ferner wurde das Thermoelement Konstantan-Eisen mit dem Wasserstoffthermometer verglichen. Die Abhängigkeit der thermoelektrischen Spannung E (in Mikrovolt) eines Thermoelementes Konstantan-Eisen von der Temperatur t der einen Löthstelle, während die andere 0° hatte, wird durch die Formel

$$t = 0{,}017\,80\,E + 0{,}000\,000\,8784\,E^2$$

angegeben. Beide Gleichungen gelten von 0° bis — 190°.

Von folgenden Körpern wurden die Schmelzpunkte bestimmt:

Ammoniak	— 78°,8
Toluol	— 102°,0
Ameisensaures Methyl	— 107°,5
Schwefelkohlenstoff	— 112°,8
Aether	— 117°,6
Bromäthyl	— 129°,5.

Andere Substanzen, z. B. Amylen und Alkohole zeigten keinen bestimmten Gefrierpunkt, sondern erstarrten allmählich. Methylalkohol schien sich hierbei auszudehnen, da er wiederholt sein Gefäss sprengte.

Als eine Flüssigkeit, welche zur Thermometerfüllung bis — 190° brauchbar sein kann, bewährte sich allein ein, bei 33° siedender, Petroläther. Auch dieser wird schliesslich sehr zähe und verlangt alsdann Vorsichtsmaassregeln. Seine Ausdehnung erscheint in tiefen Temperaturen gleichmässiger als in mittleren.

Bemerkenswerth und für die Thermometrie werthvoll ist endlich das Resultat einer Vergleichung des Wasserstoffthermometers mit dem Luftthermometer. Werden beide bei 0° etwa unter Atmosphärendruck gefüllt, so zeigt das Luftthermometer bei — 188° nur um 0°,6 niedriger, wonach also diese beiden Gase bis dahin noch fast genau demselben Ausdehnungsgesetze folgen.

Ueber die Einzelheiten der Messungen vgl. die Veröffentlichungen (Anh. Nr. 4).

II. Elektrische Arbeiten.

1. Normalelemente.

a) Cadmiumelemente[2]. Die Untersuchungen mit den Cadmiumsulfat-Elementen sind nach mehreren Richtungen hin weiter fortgeführt worden. Zu verschiedenen Zeiten wurden neue Elemente hergestellt und mit den alten verglichen; dieselben stimmten stets mit dem Mittelwerth auf etwa $^1/_{10\,000}$ überein. Die elektromotorische Kraft des Cadmiumelementes bestimmte man durch Vergleichung desselben mit dem Clarkelement zu 1,019 *int. Volt* unter Annahme der Zahl 1,433 *int. Volt* für das Clarkelement bei 15°.

[1]) Holborn, Wien.

[2]) Jäger, Wachsmuth.

Das in der Veröffentlichung Anh. Nr. 7 und in früheren Thätigkeitsberichten erwähnte unregelmässige Verhalten einiger Elemente bei niedrigen Temperaturen wurde näher untersucht. Dasselbe scheint mit einer Umwandlung des gewöhnlichen Cadmiumsulfat-Salzes ($3\,CdSO_4 + 8\,H_2O$) in ein anderes Hydrat zusammenzuhängen. Die Spannungskurven der Elemente von nicht normalem Verlauf scheinen die normale Kurve etwa bei 15° zu schneiden. Durch Erwärmen auf ungefähr 40° konnte man die abweichenden Elemente, vorerst allerdings nur auf wenige Tage, so umformen, dass sie sich bis unter 0° wie ein „normales" Element verhielten. Die Frage nach verschiedenen Hydraten des Cadmiumsulfats wird im chemischen Laboratorium weiter untersucht.

Analoge, bereits von Lord Rayleigh erwähnte Erscheinungen wurden auch bei dem Clarkelement verfolgt, dessen Umwandlungspunkt in Uebereinstimmung mit den Angaben über die Löslichkeit des Zinksulfats um 40° liegt.

Durch Erwärmen von Clarkelementen auf 60° gelang es, die Umwandlung auch bei gewöhnlicher Zimmertemperatur auf Wochen festzuhalten. Derartig umgewandelte Elemente, bei denen die Zinksulfatlösung bedeutend mehr Salz enthält, als bei der gewöhnlichen Modifikation, zeigten bei 0° eine um 1% niedrigere Spannung als normale Elemente. Es bestätigt sich hierdurch die Nothwendigkeit einer gewissen Vorsicht bezüglich der Erwärmung bei der Herstellung der Clarkelemente. Durch Einwerfen eines kleinen Krystalls der gewöhnlichen Modifikation stellte sich der normale Zustand etwa binnen einer Stunde wieder her.

Im Anschluss an diese Untersuchungen wurden die Spannungen einiger Thermoelemente erster und zweiter Gattung mit Cadmiumsulfatlösung als Elektrolyt in gesättigtem und verdünntem Zustand gemessen.

Diese Versuche sollen noch weiter fortgeführt werden.

b) Verhältniss zwischen Clark- und Cadmium-Element[1].

Das Verhältniss zwischen dem Clarkelement von 0° und 15° und dem Cadmiumelement wurde unter Anwendung beider Elemente in H-Form zu verschiedenen Zeiten neu bestimmt. Am genauesten sind bei dem Clarkelement die Messungen bei 0°, während die Messungen bei 15° wegen des grossen Temperatureinflusses von 0,1% auf 1° mit grösseren Schwierigkeiten verknüpft sind.

Das Verhältniss zwischen Clark 0° und Cadmiumelement 20° ist stets innerhalb eines Zehntausendtel gleich gefunden worden. Unter Benutzung aller Messungen ergiebt sich der Werth

$$\frac{\text{Clark } 0^\circ}{\text{Cadmium } 20^\circ} = 1{,}4227 \text{ (früher 1,4226 angegeben).}$$

Durch öftere Kontrole dieses Werthes wird sich herausstellen, inwieweit die Mittelwerthe des Clark- und des Cadmiumelementes unverändert bleiben. Bis jetzt hat sich die aus dem relativen Verhalten der Elemente abgeleitete Folgerung, dass die Elemente auf ein Zehntausendtel konstant und reproduzirbar sind, bestätigt gefunden.

Auch für das Verhältniss Clark 15° zu Cadmium 20° hat sich innerhalb der möglichen Beobachtungsfehler stets die gleiche Zahl ergeben. Unter Berücksichtigung aller bis jetzt angestellten Messungen erhält man

$$\frac{\text{Clark } 15^\circ}{\text{Cadmium } 20^\circ} = 1{,}4066$$

mit einer Unsicherheit von 1 bis 2 Zehntausendteln.

c) Temperaturkoëffizient des Clarkelements[2].

Da es sich bei Präzisionsmessungen empfiehlt, das Clarkelement auf 0° zu halten, so ist es von Wichtigkeit, ausser dem bekannten Temperaturkoëffizienten in der Nähe von 15° noch die Differenz Clark 0° — Clark 15° möglichst genau zu kennen, weil die Werthe des Elements gewöhnlich auf 15° bezogen werden. Aus den oben angegebenen Zahlen berechnet sich diese Differenz zu 0,0163 *int. Volt*. Zwischen 10° und 30° war die Formel aufgestellt worden

$$1) \qquad E_t = E_{15} - 0{,}001\,16\,(t - 15) - 0{,}000\,01\,(t - 15)^2 \text{ [3]}.$$

[1]) Jäger, Kahle.
[2]) Jäger, Kahle.
[3]) K. Kahle, *diese Zeitschr.* **13.** *S. 309. 1893; Wied. Ann.* **51.** *S. 197. 1894.*

Mit Rücksicht auf die obige Zahl erhält man als eine von 0° bis etwa 30° geltende Formel

2) $E_t = E_{15} - 0{,}00119\,(t-15) - 0{,}000007\,(t-15)^2$.

Die folgende Zusammenstellung gibt die Werthe beider Formeln von 5° zu 5°.

$E_t - E_{15}$ in $1/_{10000}$ *Volt*		
t	Formel 1	Formel 2
0°	—	+ 163
5°	—	+ 112
10°	+ 56	+ 58
15°	0	0
20°	— 60	— 61
25°	— 126	— 126
30°	— 196	— 194

Auch neuen Beobachtungen, die in der Abtheilung II an H-förmigen Elementen zwischen 0° und 20° angestellt wurden, schliesst die Formel sich gut an.

2. Helmholtz'sches Elektrodynamometer[1]). Die Bestimmung der Windungsflächen der beweglichen Spulen des Dynamometers wurde mit kurzem Stromschluss wiederholt und lieferte um etwa $1/_{1000}$ kleinere Werthe als früher. Die alten Werthe sind in Folge der Ausdehnung der Spulen durch die Stromwärme zu gross ausgefallen und wurden entsprechend korrigirt.

Zugleich wurden die Rechnungen nochmals kontrolirt. Ueber die Veröffentlichung siehe Anh. Nr. 6.

3. Silbervoltameter[2]). Schon im vorigen Berichtsjahr war gefunden worden, dass die durch die gleiche Strommenge gebildeten Niederschläge bei häufiger Elektrolysirung derselben Silbernitratlösung und bei Bildung mehrerer Niederschläge auf einander etwas zunehmen. Die Erscheinung wurde durch weitere Versuche bestätigt und auf zwei Ursachen zurückgeführt. Einmal erfährt das Gewicht der Kathode für die gleiche Strommenge eine um so grössere Zunahme, je dicker die Silberschicht ist, auf der der neue Niederschlag gebildet ist. Zum anderen nimmt bei wiederholter Elektrolysirung die Lösung allmählich eine andere Beschaffenheit an, in der sie unter sonst gleichen Umständen einen grösseren Niederschlag liefert.

Die Untersuchung dieser für den Gebrauch des Silbervoltameters wichtigen Erscheinungen ist noch nicht ganz abgeschlossen.

4. Silbervoltameter und Clarkelement[3]). Die Spannung des Clarkelements wurde unter folgenden Versuchsbedingungen auf das Silbervoltameter zurückgeführt. Es wurden zwei hintereinander geschaltete Voltameter Poggendorff'scher Form mit Platin-Bechern von 100 *qcm* als Kathoden und mit Silberstäben von 4 bis 12 *qcm* als Anode benutzt. Der Elektrolyt war 20% Silbernitrat-Lösung. Während einer Elektrolyse wurde bei 0,35 *Ampere* etwa 1 *g* Silber niedergeschlagen. Grössere Anhäufungen von niedergeschlagenem Silber als 4 *g* wurden vermieden. Die Niederschläge wurden, nachdem sie mehrmals kalt abgespült waren, eine Stunde lang in destillirtem Wasser von etwa 80° digerirt.

Unter der gewöhnlichen Annahme, dass ein Strom von 1 *Ampere* in der Stunde 4,025 *g* Silber niederschlägt, berechnet sich nun aus den eben beschriebenen Versuchen

bei Verwendung	die Spannung des Clarkelements	
	bei 0°	bei 15°
frischer Lösungen	1,4490[4])	1,4327
gebrauchter Lösungen bis zu	1,4504	1,4341

also sehr merklich verschiedene Zahlen.

[1]) bis [3]) Kahle.

[4]) Diese Zahl ist in der Kahle'schen Abhandlung über das Helmholtz'sche absolute Elektrodynamometer (vgl. auch *diese Zeitschr.* **17.** *S. 109. 1897*) angeführt.

Der Anschluss der Spannung des Clarkelementes an die absolute Strommessung mit dem Helmholtz'schen Elektrodynamometer ergab nach der endgültigen Berechnung (*Wied. Ann. 59. S. 573. 1896*) 1,4488 *Volt* bei 0°. Um aus den obigen Bestimmungen diese Zahl zu erhalten, müsste man für die frischen Lösungen 1,1182, für die gebrauchten 1,1193 *mg-Am.-Sek.* als elektrochemisches Aequivalent des Silbers einsetzen.

Die bisherigen Angaben über das Leitvermögen von Elektrolyten sind meistens auf die erste Bestimmung von Kohlrausch und Grotrian aus dem Jahre 1874 zurückgeführt und auf das Leitvermögen des Quecksilbers als Einheit durch Vermittelung der damaligen Siemens'schen Widerstandsskalen bezogen. Es ist nothwendig, die zu Grunde liegenden Konstanten neu zu bestimmen und auf die inzwischen fixirte Widerstands- und Temperaturskale zu beziehen. *5. Leitvermögen der Elektrolyte*[1].

Die Widerstands-Kapazität der Gefässe, welche zu der ersten Bestimmung gedient hatten, und einiger neuer Gefässe wurde, auf das *Ohm* der Reichsanstalt bezogen, neu bestimmt. Zu diesem Zwecke wurden die Leitvermögen einiger Flüssigkeiten in zwei kalibrirten Röhren durch Elektroden-Verschiebung gemessen und mit diesen Flüssigkeiten die Widerstands-Kapazitäten der Gefässe ermittelt. Hiernach würde der Faktor, mit welchem die alten, auf Quecksilber bezogenen Leitvermögen zu multipliziren sind, um auf *Ohm* bezogen zu werden, im Mittel 1,0659 anstatt 1,0630 betragen. Das Ergebniss stimmt nahe mit einer früher in Strassburg ausgeführten Bestimmung.

Hinzu treten, wenn die alten Maasseinheiten mit den jetzt geltenden vertauscht werden sollen, die Aenderungen, welche einmal dadurch entstehen, dass die jetzige auf das Wasserstoffthermometer bezogene Temperaturskale in mittlerer Temperatur um fast 0°,1 höher liegt als die ältere, und sodann dadurch, dass die Widerstandseinheit jetzt genauer bekannt ist. Soweit sich aus den Bestimmungen des Leitvermögens einiger gut definirter Lösungen jetzt schon ein Resultat ersehen lässt, wird der (von dem Temperaturkoëffizienten der einzelnen Flüssigkeit etwas abhängige) Reduktionsfaktor der alten Angaben auf *Ohm* im Mittel nahe 1,069 betragen.

Es wird beabsichtigt, diese Reduktion, soweit dieselbe nach den Angaben in der Literatur möglich ist, an den bisher veröffentlichten Bestimmungen auszuführen.

Eine werthvolle Thatsache wurde bei den obigen Versuchen gefunden, nämlich dass die Platinirungsflüssigkeit für Bolometer (*Verh. d. Physik. Ges. Berlin, 14. Juni 1895*) auch für Elektrodenzwecke vorzüglich wirksam ist, sodass Widerstandsbestimmungen oder ähnliche Arbeiten mit Wechselströmen polarisationsfreie Elektroden von viel kleinerer Fläche benutzen können als früher (vgl. Anh. Nr. 8).

Es wurde die Magnetisirung verschiedener Eisen- und Stahlsorten unter dem Einfluss schwacher Kräfte mit dem Magnetometer untersucht. Die untersuchten Stäbe sind Zylinder von 15 *cm* Länge und 0,3 *cm* Durchmesser. Am einfachsten gestalten sich die Resultate bei weichem Gussstahl, der bisher bei ähnlichen Untersuchungen noch nicht benutzt zu sein scheint. Der Magnetisirungskoëffizient bildet bei allen vier untersuchten Gussstahlsorten eine gerade Linie, die sich etwa bis zur Feldstärke 2,5 fortsetzt. Dabei besitzt diese Gerade nur eine schwache Neigung gegen die Abszissenachse, d. h. der Magnetisirungskoëffizient wächst nur sehr langsam an. Der Anfangswerth liegt bei den vier untersuchten Sorten zwischen 8 und 9 C.G.S. Bei dem gehärteten Stahl beträgt der Magnetisirungskoëffizient ungefähr den vierten Theil und lässt sich ebenfalls durch eine schwach ansteigende gerade Linie darstellen. Sowohl das weiche, wie das harte Schmiedeeisen zeigen kein so einfaches Verhalten. Der Anfangswerth des Magnetisirungskoëffizienten betrug bei zwei weichen Eisensorten mehr als 30. Bei andern ausgeglühten Sorten war er zwar kleiner, aber stets grösser als bei weichem Stahl. Die Resultate sind in den *Sitz.-Ber. d. Berliner Akad.* veröffentlicht. *6. Magnetisirung von Eisen und Stahl in schwachen Feldern*[2].

---

[1]) Kohlrausch, Holborn, Diesselhorst.

[2]) Holborn.

III. Optische Arbeiten.

1. Untersuchung des Strahlungsgesetzes schwarzer Körper[1]).

Mit den im vorigen Berichte erwähnten Versuchseinrichtungen wurden zunächst orientirende Versuche angestellt für das Temperaturintervall von 100° bis etwa 1000°. Sowohl bezüglich des Dampfkessels als auch des mit Salpeter gefüllten Kessels bewährten sich die getroffenen Einrichtungen, und unabhängig von einander angestellte Messungen zeigten eine genügende Uebereinstimmung. Bei den hohen Temperaturen jedoch versagte die bolometrische Messeinrichtung.

Um das Bolometer in der Nähe starker Heizquellen auf möglichst konstanter Temperatur zu halten, war dasselbe mit einer Wasserspülung umgeben. Infolge des grossen Feuchtigkeitsgehaltes der Luft in dem Heizraum kondensirte sich der Wasserdampf in dem Bolometerraum und schlug sich als Wasser auch am Bolometer nieder. Die Wirkung war dreierlei Art. Erstens verschob sich der Nullpunkt des Bolometers, zweitens änderte sich die Art des Ausschlags und drittens verminderte sich die Empfindlichkeit des Bolometers. Um von diesen Schwankungen unabhängig zu werden, wurde der Aufbau geändert und eine „Strahlungseinheit" konstruirt, um jederzeit die Empfindlichkeit des Bolometers prüfen zu können. Mit Hülfe dieser Strahlungseinheit ist die Strahlung eines schwarzen Körpers zwischen 100° und 600° C. gemessen worden. Andererseits wurden Versuche über den Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf bolometrische Messungen angestellt mit dem Zwecke, Bolometer zu fertigen, welche nicht hygroskopisch sind.

2. Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf bolometrische Messungen[2]).

Die auf elektrolytischem Wege mit Platinmohr überzogenen Bolometer zeigen sich in hohem Maasse hygroskopisch. Um ein Urtheil über den Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf die Empfindlichkeit der Bolometer zu gewinnen, wurden letztere abwechselnd in einem mit trockener bezw. feuchter Luft gefüllten Kasten einer konstanten Strahlungsquelle ausgesetzt. Bezeichnet man die Empfindlichkeit des Bolometers im getrockneten Raume mit Eins, so sank dieselbe in gewöhnlicher Zimmerluft nur wenig (um etwa 1%), in mit Feuchtigkeit gesättigter Luft dagegen bis auf $^1/_2$.

Wochenlang in destillirtem Wasser gespülte Bolometer zeigen noch dieselbe Erscheinung, nur geht die Abnahme der Empfindlichkeit sehr viel langsamer vor sich. An einem im Bau begriffenen Apparate, bei welchem man die Feuchtigkeit, den Druck und die Temperatur der Luft des Bolometerraumes beliebig verändern kann, sollen diese Versuche genauer wiederholt werden.

3. Energievertheilung im Spektrum der Platinlichteinheit[3]).

Im vorigen Berichte war schon erwähnt worden, dass sehr schmale Bolometer (0,1 *mm* breit) eine andere Energievertheilung im Spektrum ergaben wie breite Bolometer. Neuere Versuche haben diese auffallende Erscheinung bestätigt, ohne zugleich eine Erklärung für dieselbe zu liefern. Jedenfalls bedarf es eingehender Versuche darüber, ob das selektive Verhalten der ebenfalls mit Platinmohr überzogenen Linearbolometer auf den Belag oder auf die Breite der Bolometer zu schieben ist. Nach Erkenntniss des Einflusses der Feuchtigkeit auf die Empfindlichkeit der Bolometer gewinnt der Umstand an Bedeutung, dass die sehr schmalen Bolometer infolge der starken Erhitzung durch den Strom in trocknerem Zustande sich befinden, als die breiteren Bolometer. Inwieweit freilich trockener und feuchter Platinmohr verschieden selektiv wirken sollte, ist nicht recht einzusehen. Versuche mit blanken und geschwärzten Bolometern in trockener und feuchter Luft werden auch hierüber Aufschluss geben.

4. Anwendung schwarzer Körper zur Verwirklichung der Definition einer Platinlichteinheit[4]).

Um die Temperatur eines elektrisch geglühten Platinblechs dadurch zu fixiren, dass man dessen Strahlung auf diejenige einer Strahlungseinheit zurückführt, bedarf es vor allem einer konstanten und wohldefinirten Strahlungsquelle. Als solche hat sich ein nach Art der „schwarzen" Körper konstruirter Siedekessel erwiesen. Um dessen Strahlung noch unabhängiger von der Oberflächenbeschaffenheit des Hohlraums zu machen, ist letzterer aus Glas gefertigt worden, welches bei 100° an sich schon nahe wie ein schwarzer Körper wirkt.

[1]) Lummer, Wien; nach Fortgang des letzteren: Lummer, Pringsheim.
[2]) Lummer, Kurlbaum.
[3]) Kurlbaum, Lummer, Rubens.
[4]) Lummer, Kurlbaum.

5. Strahlungsmessungen in absolutem Maass[1]).

Im Anschluss an diese Messungen wurde eine Untersuchung über das Absorptionsvermögen von Kohlensäure für lange Wellenlängen angestellt. Die Arbeit ist durch den Kohlensäuregehalt der Zimmerluft, welche den Weg für die Strahlung bildet, veranlasst. Es wurde eine neue Versuchsanordnung angewandt, bei der sich Strahlungsquelle und Bolometer, deren Temperatur nur um wenige Grad verschieden ist, in demselben abgeschlossenen und mit Kohlensäure gefüllten Raum befinden.

Die Versuche zeigen, dass die Strahlen, welche Körper innerhalb der Temperaturen 20° bis 30° sich zusenden, zwar durch Kohlensäure in dicken Schichten sehr erheblich absorbirt werden, dass aber der Einfluss der in Zimmerluft vorhandenen Kohlensäure, von höchstens wenigen Promille, vernachlässigt werden kann. Die Arbeit ist im Druck.

Gleichfalls für die Strahlungsmessungen in absolutem Maass ist eine Untersuchung über die Temperaturdifferenz zwischen der Oberfläche und dem Innern eines strahlenden Körpers im Gange, ferner Versuche über die Reflexion langer Wellen an verschiedenen Medien, besonders über die diffuse Reflexion an Platinschwarz, welches die absorbirende Schicht der Bolometer bildet.

6. Rotationsdispersion des Quarzes[2]).

Die Bestimmung der Drehung der Polarisationsebene des Lichtes durch den Quarz für andere Lichtsorten als das früher untersuchte Natriumlicht ist im Gange und für eine Anzahl von homogenen Spektrallinien bereits durchgeführt. Sie wird mit Hülfe eines im Thätigkeitsberichte für 1894/95 (*diese Zeitschr.* ***15.*** *S. 293. 1895*) beschriebenen neuen Halbschattenprinzips ausgeführt, welches auf der Reflexion des polarisirten Lichtes an der streifenweise mit Silber belegten Hypotenusenfläche eines Glasprismas beruht. Diese Vorrichtung, welche sich durch Einfachheit in der Handhabung bei Lichtquellen verschiedener Intensität empfiehlt, giebt zwar, namentlich bei grösserem Halbschatten, nicht genau linear, sondern elliptisch polarisirtes Licht und in Folge dessen eine etwas geringere Empfindlichkeit, doch genügt die letztere bei mässigem Halbschattenwinkel den bei dieser Aufgabe zu stellenden Anforderungen vollständig. Als Lichtquelle wird die für diesen Zweck ungemein geeignete Arons'sche Quecksilberbogenlampe in der von der Reichsanstalt eingeführten Modifikation (vgl. Thätigkeitsbericht 1894/95, *diese Zeitschr.* ***15.*** *S. 294. 1895; ferner Beiblatt 1896. S. 93*) benutzt, welche die Wellenlängen von 579, 577, 546 und 436 $\mu\mu$ recht intensiv, diejenigen von 408 und 405 $\mu\mu$ schwächer liefert. Weiter steht zur Verfügung ausser der rothen Wasserstofflinie 656 $\mu\mu$ und der Lithiumlinie 671 $\mu\mu$ die rothe Rubidiumlinie 781 $\mu\mu$, falls es gelingt, die letztere in hinreichender Intensität herzustellen, was sich nach einigen Vorversuchen erwarten lässt; demnach würden sich die Messungen über den ganzen Bereich des sichtbaren Spektrums erstrecken. Die Lücke zwischen 546 $\mu\mu$ und 436 $\mu\mu$ wird sich voraussichtlich durch Cadmiumlinien ausfüllen lassen.

7. Versuche über Arons'sche Bogenlampen mit Amalgamfüllung[3]).

Die Cadmiumlinien haben bekanntlich in neuerer Zeit wegen ihrer Homogenität in der messenden Physik eine grosse Bedeutung gewonnen, doch ist es schwer, sie einigermaassen intensiv herzustellen. Man erhält sie beispielsweise durch Cadmiumamalgam in stark erhitzten Geissler'schen Röhren oder durch den direkt zwischen Cadmiumpolen überspringenden Induktionsfunken, doch lieferten beide Methoden nicht die für polarimetrische Messungen wünschenswerthe Intensität. Der Versuch, einen direkten Flammenbogen zwischen Cadmiumpolen in der Luft herzustellen, hatte nicht den gewünschten Erfolg, denn wenn es auch stets gelingt, für kurze Zeit einen sehr hellen Lichtbogen hervorzubringen, so erlischt derselbe doch rasch dadurch, dass die Pole aneinander backen; zudem entwickeln sich gesundheitsschädliche Dämpfe. Eine Arons'sche Quecksilberlampe statt mit Quecksilber mit Cadmiumamalgam gefüllt, konnte durchaus nicht dauernd in Gang gehalten werden, und es ergab sich bald, dass der Grund hierfür in der Oxydschicht zu suchen ist, mit welcher sich auch neues, sorgfältig hergestelltes Amalgam sofort überzieht.

Nach verschiedenen vergeblichen Versuchen gelang es, diese Oxydschicht dadurch zu beseitigen, dass man das Amalgam im Vakuum durch mehrere Verengerungen der Glasröhre

---

[1]) Kurlbaum.

[2]) und [3]) Gumlich.

direkt in die Lampe hineinfiltrirte; dann ist der Lichtbogen zwischen den Polen ganz leicht dauernd in Gang zu halten. Die Intensität der Cadmiumlinien scheint mit zunehmender Konzentration des Amalgams zu wachsen und ebenso mit zunehmender Temperatur der Kühlflüssigkeit; als solche lässt sich siedendes Wasser bequem verwenden. Die grösste Intensität scheint nicht im Bogen selbst, sondern dicht an den Polen aufzutreten; deswegen wurde die eine Endwand der Röhre derart geneigt und äusserlich mit einem spiegelnden Silberbelag versehen, dass die von dem einen Pole kommenden Strahlen in Richtung der Röhrenachse reflektirt werden. Die hellsten, grünen und blauen Cadmiumlinien erreichten hierdurch eine Intensität, welche zwar an diejenige der hellsten Quecksilberlinien nicht heranreicht, aber doch auch für polarimetrische Messungen genügen dürfte.

Da derartige Amalgamröhren in Folge ihrer bequemen Handhabung auch für andere optische Zwecke mit Vortheil zu verwenden sind, so wurden die Versuche noch auf einige andere Amalgame ausgedehnt. Die Zinklinien traten ungefähr ebenso hell auf, als die Cadmiumlinien. Dagegen erschienen die Zinnlinien nur recht schwach, und es lässt sich wohl überhaupt annehmen, dass nur von den Metallen mit niedrigem Siedepunkte gute Resultate zu erwarten sind. Kaliumamalgam jedoch gab bei Anwendung von Bädern bis zu 100° überhaupt keine Kaliumlinien.

8. Versuche mit X-Strahlen[1]).

Auf den Wunsch des Königlich Preussischen Kriegsministeriums wurden alsbald nach dem Bekanntwerden der Röntgen'schen Entdeckung Versuche über die Verwendbarkeit der X-Strahlen in der Chirurgie angestellt, welche über die Durchlässigkeit der verschiedenen Körpertheile, bezw. Einflüsse Ergebnisse lieferten, die theilweise damals neu waren, auch zu einer zweckmässigen Form der lichtgebenden Röhren führten. (vgl. die Veröffentlichung, Anh. Nr. 11.)

B. Zweite (Technische) Abtheilung.

I. Präzisionsmechanische Arbeiten[2]).

Für das präzisionsmechanische Laboratorium gingen in der Berichtszeit etwa 200 Gegenstände zur Prüfung ein. Ausserdem wurde dasselbe mit einer grossen Zahl von Anfragen und Auskunftsgesuchen auf verschiedenen Gebieten der Technik in Anspruch genommen.

1. Präzisionsmessungen und wissenschaftliche Untersuchungen für die Reichsanstalt und den Bedarf der Technik.

Die Arbeiten sind folgende:

A) Bestimmung von Theilungsfehlern für die Skale des Bamberg'schen Sphärometers des optischen Laboratoriums. (Wiederholte Untersuchung nach Umarbeitung des Instrumentes.)

B) Prüfung von Mikrometerschrauben, anlässlich der Herstellung einer 70 *mm* langen Schraube in der Werkstatt der Reichsanstalt.

C) Messungen der Gesammtlängen, bezw. der Dicken von
- a) einem in der Reichsanstalt getheilten Stahlmeter,
- b) einem stählernen Halbmeter,
- c) 14 Quarzplatten, zum Theil für das optische Laboratorium,
- d) einem Polarisationsrohre für das optische Laboratorium,
- e) den verschiedenen Dimensionen an dem Stromviereck des Elektrodynamometers der Abtheilung I,
- f) 7 Kaliberkörpern,
- g) 6 Proben sehr feiner Kupferdrähte (mittels Wägung bestimmt),
- h) einer stählernen Skale von 10 *cm* Länge,
- i) zwei zylindrischen Stäben aus Bronze zur Ermittelung der Trägheitsmomente von Magneten für das Königliche magnetische Observatorium in Potsdam. — Bestimmung der Längen und Durchmesser, sowie der Massen.

D) Arbeiten konstruktiven Charakters:

Die Zeichnungen für den beweglichen Theil des neuen Transversalkomparators zu absoluten Längen- und Ausdehnungs-Bestimmungen sind fertiggestellt.

---

[1]) Kurlbaum, Wien.

[2]) Leman, Blaschke, Goepel.

Die Ausführung wird an J. Wanschaff in Berlin übergeben werden. Die Fundamentirungen im Neubau des Hauptgebäudes sind nach den dafür gegebenen Anweisungen ausgeführt, und die Lieferung der erforderlichen beiden grossen Thermostaten nach besonderen Angaben an O. Habermann in Berlin übertragen worden.

2. Gröbere Messungen für die Reichsanstalt und die Technik.

A) Bestimmung von Theilungsfehlern an
- a) 2 Maassstäben mit Theilung auf Spiegelglas,
- b) 3 Glasrohren,
- c) 1 Messingrohr,

sämmtlich für Abtheilung I,
- d) 1 Meterstab aus Stahl.

B) Prüfung und Beglaubigung von Gewinden:
Eingesandt wurden insgesammt 20 Bolzen, davon beglaubigt ein Satz von 18 Stück; zwei Stück wurden wegen vorschriftswidriger Beschaffenheit (Härtung) ungeprüft zurückgegeben.
Ausserdem wurden geprüft
zwei Leitspindeln und eine Schraubenkopie.

C) Andere Untersuchungen verschiedener Art:
- a) Messung von 10 Fadenzählern und zwei zugehörigen Lehren.
- b) Generelle Kalibrirung von 39 Glasrohren behufs Auswahl von 6 Stück zu Widerstandsnormalen geeigneten für die *U. S. Coast & Geodetic Survey.*
- c) Bestimmung der Masse und Dichte von Gummibuffern.
- d) Prüfung von 2 Sekundenuhren für die Versuchsstation für Heizung und Lüftung an der Technischen Hochschule Charlottenburg.
- e) Prüfung von 2 Konsistenzmessern nach dem Patente von Dr. Weiss in Neutomischl.

3. Untersuchung d. therm. Ausdehnung von Materialien.

Es wurden geprüft:
- a) 15 Stahlrohre für astronomische Pendel.
- b) Die unter 1, C, h erwähnte Skale.

4. Gyrometer.

Es wurden 5 Stück geprüft, liegender Form, sämmtlich für Spezialzwecke.

5. Prüfung und Beglaubigung von Stimmgabeln.

Eingereicht wurden im Ganzen 34 Stück, davon 5 auf Schallkästen; die übrigen 29 waren kleine Handstimmgabeln. Die letzteren sind sämmtlich beglaubigt worden. Die ersteren waren für physikalische Zwecke bestimmt und hatten verschiedenartige Schwingungszahlen. Von ihnen sind drei geprüft, zwei wegen zu geringer Klangdauer ungeprüft zurückgegeben worden.

6. Untersuchungen gehärteten Stahles auf fortschreitende Dimensionsänderungen[1].

Seitens des präzisionsmechanischen Laboratoriums wurden Vorversuche über die fortschreitenden Dimensionenänderungen *gehärteter* Stahlkörper in Angriff genommen, um zunächst Anhaltepunkte für die Anordnung planmässiger Stahluntersuchungen zu erhalten. Von Mittheilung der Versuchsergebnisse und Schlussfolgerungen aus denselben wird zunächst abgesehen, da die Messungen noch nicht ganz abgeschlossen sind.

II. Elektrische und magnetische Arbeiten.

1. Prüfungsarbeiten.

a) Elektrizitätsmesser[2].

Unter den zur Prüfung eingereichten elektrischen Messgeräthen haben in dem Berichtsjahre die Elektrizitätsmesser an Zahl erheblich zugenommen. Es kamen 117 Apparate dieser Art zur Prüfung, 98 derselben wurden mit einem Prüfungsscheine versehen, während 19 Apparate wegen Unregelmässigkeiten im Gange ohne Prüfungsschein den Einsendern unter brieflicher Angabe der Prüfungsergebnisse zurückgesandt werden mussten. Diese Unregelmässigkeiten im Gange, welche für den praktischen Gebrauch die bedenklichsten Fehler sind und unter Umständen ein gänzliches Versagen der Apparate zur Folge haben,

[1]) Goepel.
[2]) Feussner, Will, Langhorst.

waren hauptsächlich auf ungenügende Sorgfalt in der mechanischen Anfertigung der Apparate verbunden mit Mängeln ihrer Bauart zurückzuführen.

Eine zweite Art von Fehlern beruht in der Veränderlichkeit der Angaben unter bestimmten äusseren Einflüssen, wie Einschaltungsdauer, Strombelastung, Lufttemperatur, Magnetfeld, Erschütterungen und ähnlichen Umständen. Der wichtigste dieser Einflüsse war immer die Erwärmung des Apparates durch längere Einschaltung und stärkere Strombelastung. Die beobachteten Aenderungen der Konstante, welche auf diesen Einfluss zurückzuführen sind, betragen bei 31 Apparaten zwischen 3 und 6%, bei den übrigen 67 Apparaten unter 3%, im Mittel 2,1%. Es sind Versuche zur Verringerung des Temperatureinflusses in Angriff genommen, dieselben konnten jedoch noch nicht zum Abschluss gebracht werden. Diejenigen Fehler, welche in festen Abweichungen der Konstanten von dem Sollwerthe bestehen, würden durch richtige Arbeitsnormale und geeignete Messmethoden bei der Aichung in der Fabrik leicht auf die für den Gebrauch zulässigen Fehlergrenzen eingeschränkt werden können. Schwierigkeiten entstehen in dieser Richtung eigentlich nur dann, wenn nach dem Ausschalten des Stromes die Beeinflussung des Zählwerkes nicht verschwindet, sondern zu einem gewissen, wenn auch kleinen Betrage bestehen bleibt, welcher während längerer Ruhezeiten leicht zu einer nicht zu vernachlässigenden Grösse anwächst. Die Apparate neuerer Bauart sind von diesen Fehlern meist frei.

b) Strom- und Spannungsmesser für Gleichstrom[1]).

Von Strom-, Spannungs- und Energiemessern wurden 80 Apparate seitens 15 verschiedener Firmen zur Prüfung eingereicht. Vier von diesen wurden wegen vorhandener Mängel ohne Schein zurückgegeben, 75 erhielten einen Prüfungsschein, einer wurde beglaubigt.

Die meisten und besten dieser Apparate waren nach dem d'Arsonval'schen Prinzip gebaut. Bei dieser unter dem Vorgange von Weston zu grosser Vollkommenheit entwickelten Bauart übersteigt die Genauigkeit der Angaben die in den Prüfungsbestimmungen der Reichsanstalt für eine Beglaubigung geforderte in den meisten Fällen. Trotzdem sind solche Instrumente seither nicht beglaubigt worden, weil eine Schwächung des permanenten Magnets mit der Zeit nicht ausgeschlossen erschien. Bei 11 im Laufe des Berichtsjahres nach längerem Gebrauche in der Praxis zur Nachprüfung eingereichten Instrumenten konnte indess in Uebereinstimmung mit früheren Erfahrungen eine Aenderung der Angaben nicht festgestellt werden.

c) Normalelemente[2]).

Von Normalelementen sind 64 beglaubigt worden.

d) Sonstige Untersuchungen[3]).

7 Arten von Akkumulatoren und 10 Arten galvanischer Elemente wurden untersucht.

An einem Kondensator wurde eine Kapazitätsbestimmung vorgenommen, drei Spannungsmesser für Wechselstrom wurden geprüft und eine Maschinenanlage für galvanoplastische Zwecke wurde am Orte ihrer Aufstellung untersucht.

2. Neue Einrichtungen[4]).

Die Einrichtungen des elektrotechnischen Laboratoriums wurden, soweit es die zur Zeit verfügbaren Mittel erlaubten, im wesentlichen fertiggestellt. Dabei erfuhren namentlich die Hülfsmittel zur Erzeugung hoher Spannungen eine Vermehrung. Die in früheren Berichten bereits erwähnte, unter Anderem zur Prüfung von Spannungsmessern für hohe Spannung bestimmte Hochspannungsbatterie wurde bis zu 8000 *Volt* ausgebaut und in Betrieb genommen. Die Batterie arbeitet zufriedenstellend und hat bei der Untersuchung von Kabeln und Isolationskörpern auf ihr Verhalten bei hohen Spannungen bereits gute Dienste geleistet.

Für Erzeugung hoher Wechselstromspannungen wurde ein Transformator aufgestellt, welcher bei 10 *Kilowatt* Leistung Spannungen bis 36000 *Volt* liefert.

Die Pläne für die elektrischen Einrichtungen im Hauptgebäude der Abtheilung II wurden ausgearbeitet und mit der Herstellung der Anlage begonnen.

Die Untersuchungen über den Temperaturkoëffizienten der Clark'schen Normalelemente bei niederen Temperaturen[5]) sind der Hauptsache nach abgeschlossen und haben

---

[1]) Feussner, Will, Langhorst.
[2]) und [3]) Feussner, Reichardt.
[4]) Feussner.
[5]) Reichhardt.

eine nahezu lineare Zunahme der elektromotorischen Kraft bei fallender Temperatur ergeben. (vgl. S. 144.)

3. Widerstände und Widerstandsmaterialien[1]).

a) Leitungsmaterial.

In der Berichtszeit wurden auf Grund von 15 Prüfungsanträgen 47 Proben Leitungsmaterial (Kupfer, Siliziumbronze u. s. w.) auf ihre Leitfähigkeit geprüft und zwar gelangten 61 einzelne Stücke Draht, fast durchgängig bei zwei mittleren Temperaturen, zur Messung. Wie früher bestand das Material meist aus Stäben von 7 bis 8 *mm* Durchmesser und war zu Arbeitsdrähten für elektrische Bahnen mit oberirdischer Zuleitung bestimmt.

b) Isolationsmaterial.

An Isolationsmaterialien wurden untersucht 13 Platten (Fiber, Glimmerpappe u. s. w.), 3 Leitungsschnüre, 2 Kurven-Isolatoren für elektrische Bahnen (in diesem Fall war auch die Zerreissfestigkeit zu ermitteln), ferner 8 Porzellan-Isolatoren für ein System einer elektrischen Bahn mit unterirdischer Zuführung. Die letztere Prüfung fand in dem Thermostaten statt, der auch bei der Bestimmung des Temperaturkoëffizienten von Widerstandskästen Verwendung findet; Temperatur und Feuchtigkeitsgehalt des Innenraums des Thermostaten können leicht variirt werden.

Einer ausführlichen Untersuchung wurde ein System von Isolationsröhren (aus harzgetränkter Papiermasse) unterzogen. Die Messungen erstreckten sich auf die Brennbarkeit der Rohre, falls ein in dieselben eingezogener Leitungsdraht zum Glühen kommt oder ein Lichtbogen im Innern eines Rohres entsteht; ferner war die Isolirfähigkeit der verschiedenen Rohrsorten in feuchtem Sand und in Kalkmörtel zu prüfen. Die Messungen wurden später an einem Material wiederholt, welches auf Grund der früheren Ergebnisse anders imprägnirt ist.

Ferner ist eine ausführliche Untersuchung eines als „Ambroïn“ bezeichneten Materials durchgeführt worden.

c) Widerstände.

Die Zahl der geprüften Einzelwiderstände betrug 100, die der Widerstandssätze (Kästen, Kompensationsapparate u. s. w) 23 mit 386 einzelnen Abtheilungen. Von sämmtlichen 123 Apparaten waren nur zwei nach dem legalen, alle übrigen nach dem internationalen *Ohm* abgeglichen; bei mehr als ⅘ der Widerstände diente das Modell der Reichsanstalt entweder genau oder doch mit nur geringfügigen Abänderungen als Vorbild.

Als Material kam zur Verwendung

bei 97 Widerständen	Manganin,
„ 10 „	Konstantan,
„ 12 „	Manganin oder Konstantan?,
„ 2 „	Patentnickel,
„ 2 „	Platinsilber.

Die beiden aus dem zuletzt erwähnten Material gefertigten Widerstände wurden von einer englischen Firma zur Prüfung eingesandt.

Für ausländische Besteller waren nachweislich (nur *ein* Einsender macht in den Prüfungsanträgen regelmässig darüber Angaben) 48 Apparate bestimmt, und zwar gingen 19 nach Amerika, 10 nach England, 8 nach Oesterreich-Ungarn, 5 nach Italien, je 2 nach Dänemark und der Schweiz, und je 1 nach Russland und Schweden. Unter den 100 Einzelwiderständen befanden sich 41 aus Blech bezw. Guss gefertigte, mit Beträgen von 0,01 bis 0,0001 *Ohm* (Strommesswiderstände).

d) Anderweitige laufende Prüfungen.

Ausserdem wurden auf Antrag geprüft

- 1 Siemens'sches Universal-Galvanometer nebst Zubehör,
- 1 Siemens'sches astatisches Galvanometer mit siebentheiligem Nebenschluss,
- 8 Thermo-Elemente (auf ihren Widerstand),
- 1 Clark'sches Normal-Element,
- 1 Milli-Voltmeter (auf seinen Widerstand),
- 1 Telephonbrücke.

Im Ganzen lagen in der Berichtszeit 158 Prüfungsanträge vor.

e) Messungen für den Bedarf der Reichsanstalt.

Für verschiedene Laboratorien beider Abtheilungen der Reichsanstalt wurde eine grössere Zahl Prüfungen von Widerstandskästen und Einzelwiderständen ausgeführt; insbe-

[1]) Lindeck.

sondere wurden die für allgemeine Zwecke des elektrotechnischen Laboratoriums benutzten Einzelwiderstände aus Manganin (13 Stück) nachgemessen. Die Drahtwiderstände (7 Stück) sind sämmtlich in einem Zeitraum von über 2 Jahren innerhalb 0,01 % unverändert geblieben. Die vier Blechwiderstände (2 von 0,001 *Ohm*; 2 von 0,0001 *Ohm*) sind innerhalb 0,05 % konstant geblieben; zwei Widerstände von 0,01 *Ohm* haben sich dagegen in 3¾ bezw. 2¾ Jahren um 0,1 bezw. 0,4 % geändert. Auf Grund ähnlicher, anderweitiger Erfahrungen wird statt des breiten, nur 0,1 *mm* dicken Bleches für Widerstände dieses Betrages seit einiger Zeit ein schmaleres und entsprechend dickeres Blech verwandt.

f) Gebrauchsnormale. Die jährlich zu wiederholende Vergleichung der Drahtnormale von 1 *Ohm* mit den Quecksilberwiderständen der Abtheilung I, die zuletzt im Januar 1896 stattfand, ist mit dem Ergebniss wiederholt worden, dass die Drahtnormale innerhalb 0,001 % konstant geblieben sind.

Unter den neu beschafften und bereits geprüften Apparaten sind zu erwähnen

1 Präzisions-Widerstandskasten von 0,1 bis 50000 *Ohm*,
1 Doppelbrücke für Leitfähigkeits-Messungen,
1 Widerstand von 0,0001 *Ohm* aus Manganinguss,
1 Vergleichsapparat für Einzelwiderstände.

g) Kundt'sche Widerstände. Die Versuche zur Herstellung von Widerständen nach dem Kundt'schen Verfahren sind in der Berichtszeit wieder aufgenommen worden, da die Chemische Fabrik auf Aktien (vormals E. Schering) in Berlin sich bereit fand, das zu den Versuchen nöthige Material zur Verfügung zu stellen; indessen konnte die Untersuchung noch nicht zum Abschluss gebracht werden.

Das Herstellen der Widerstände geschieht jetzt, analog dem Aufbringen einer Theilung auf Glas, durch Aetzen. Dies Verfahren hat sich gut bewährt und führt viel rascher und sicherer zum Ziel als das früher angewandte Einritzen der Striche mittels Diamanten oder das Einschleifen mittels einer rotirenden Scheibe. Im nächsten Berichtsjahre dürfte die Untersuchung zum Abschluss kommen.

h) Veröffentlichungen. Ueber die erfolgten Veröffentlichungen vgl. den Anhang Nr. 21 und 22. Die daselbst erwähnte Mittheilung von Dr. Lindeck „Ueber die Vergleichung der Widerstandsnormale der *„British Association“* mit denen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt“ hat deshalb auch ein allgemeineres Interesse, weil in England der Werth des als gesetzliches Normal für das internationale *Ohm* erklärten Drahtwiderstandes nicht durch Vergleichung mit Quecksilberwiderständen, sondern mit den Widerständen der *„British Association“* bestimmt wurde.

4. Magnetische Untersuchungen[1]. *a) Prüfung magnetischer Materialien.* Während des Berichtsjahres gingen 56 Proben verschiedener Stahl- und Eisensorten zur Prüfung ein; davon wurden 49 in Form von zylindrischen Stäben, 7 in Blechform, und zwar nach der Jochmethode geprüft. Die grösste Anzahl der Stäbe gehörte zu den gegossenen Materialien, für welche verschiedene Bezeichnungen, wie Gussstahl, Stahlguss, Flusseisenguss, gegossener Siemens-Martin-Stahl, Dynamostahl u. a. gebraucht werden.

Kurze Angaben über diese gegossenen Materialien, welche das Gusseisen ganz aus dem Bau von Dynamomaschinen zu verdrängen scheinen, sind bereits in einem Vortrage auf der 4. Jahresversammlung des Verbandes deutscher Elektrotechniker mitgetheilt worden (vgl. Anh. Nr. 33). Diese und einige weitere inzwischen gemachten Erfahrungen an gegossenen Probestücken seien hier etwas eingehender ausgeführt. Die Magnetisirbarkeit variirt nur wenig, wenn der Zustand sich der Sättigung nähert, also etwa für eine Feldstärke $\mathfrak{H} = 100$ C.G.S. Für 45 Proben betrug der grösste Unterschied der Induktion etwa 8 % und unter Ausschluss einer Probe nur 4 %. Aus diesem Grunde kann man sich für eine vergleichende Beurtheilung der magnetischen Güte auf den Werth der Koërzitivkraft C und des Energie-Umsatzes durch Hysteresis beschränken.

Es fanden sich unter 45 gegossenen Proben

11	Stück	oder	24 %	mit der Koërzitivkraft	1,5	bis	2,0,
20	„	„	44 „	„ „ „	2,1	„	2,5,
6	„	„	13 „	„ „ „	2,6	„	3,0,
8	„	„	18 „	„ „ „	3,1	„	5,3.

[1]) Ebeling, Schmidt.

Die nachfolgende Tabelle enthält einige weitere Daten für die besten Sorten der gegossenen Materialien; dabei sind zum Vergleich zwei Proben des besten weichen schwedischen Schmiedeeisens mitangegeben. Es bedeutet $\mathfrak{B}_{max}$ die höchste beobachtete Induktion $\mathfrak{B}$ für die zugehörige Feldstärke $\mathfrak{H}_{max}$, $\mathfrak{B}_{100}$ den Werth von $\mathfrak{B}$ für $\mathfrak{H} = 100$, C die Koërzitivkraft, $E = \frac{1}{4\pi}\int \mathfrak{B}\, d\mathfrak{H}$ den Energie-Umsatz durch Hysteresis, $\eta = \frac{E}{\mathfrak{B}_{max}^{1,6}}$ den Steinmetz'schen hysteretischen Faktor, der häufig in der Technik benutzt wird; derselbe soll nach Steinmetz eine empirische Beziehung zwischen der maximalen Induktion und der Energievergeudung durch Hysteresis geben[1]).

Material	$\mathfrak{B}_{max}$	$\mathfrak{H}_{max}$	$\mathfrak{B}_{100}$	C	E	η
Schwedisches Schmiedeeisen	17 990	134	17 400	0,8	6 300	0,0010
„ „	18 020	141	17 300	0,9	7 500	12
Stahlguss	18 020	144	17 300	1,5	11 100	17
„	18 080	139	17 500	1,7	13 600	21
„	18 040	133	17 450	1,9	15 900	25
„	18 000	123	17 500	2,1	18 900	29
Gegoss. Siemens-Martin-Stahl	17 650	124	17 200	1,7	16 400	26
„ „ „ „	18 030	140	17 350	1,8	14 500	23
„ „ „ „	18 030	131	17 530	1,8	12 400	19
„ „ „ „	17 660	130	17 140	1,9	17 500	28
„ „ „ „	18 180	142	17 480	1,9	15 800	24
„ „ „ „	17 920	131	17 430	2,0	13 500	21
Flusseisenguss	17 650	121	17 280	1,5	12 900	21
„	18 230	141	17 540	2,0	14 300	23
„	17 760	121	17 400	2,1	16 500	26

Leider ist Näheres über die Herstellungsart der Materialien nur selten und schwer zu erfahren; es scheint jedoch, dass dieselbe für die Erreichung hoher magnetischer Güte voraussichtlich nicht maassgebend ist. Das eingesandte Material war für die obigen Beobachtungen nur mechanisch bearbeitet worden. Wie bereits in jenem Vortrag hervorgehoben war, konnte man nun aber eine schwedische Stahlgussprobe durch Ausglühen derart verbessern, dass sie dem besten schwedischen Schmiedeeisen kaum noch nachstand. Inzwischen hat sich dies auch an einem deutschen Material bestätigt, wie die folgende Tabelle zeigt.

Material	Zustand	$\mathfrak{B}_{max}$	$\mathfrak{H}_{max}$	$\mathfrak{B}_{100}$	C	E	η
Schwedischer Stahlguss	ungeglüht	17 900	135	17 300	2,5	18 200	0,0029
„ „	geglüht	18 080	126	17 600	1,0	9 750	15
Deutscher Stahlguss	ungeglüht	17 780	130	17 240	2,3	21 000	33
„ „	geglüht	18 430	162	17 440	1,2	11 200	17

Einige andere Stäbe liessen freilich keine wesentliche Verbesserung durch Ausglühen mehr erzielen.

Ueber die abgeschlossenen Untersuchungen an der du Bois'schen Waage vgl. die Veröffentlichung (Anh. Nr. 25).

b) Aichung von Instrumenten zur Untersuchung magnetischer Materialien.

Das Bestreben der nächsten Zeit wird sich auf Instrumente und Methoden zu richten haben, durch welche der Technik die Möglichkeit geboten werde, ihre laufenden Prüfungen selbst auszuführen.

Zunächst ist die Untersuchung des Koepsel'schen Apparates der Firma Siemens & Halske in Angriff genommen. Dieser Apparat beruht, wie der du Bois'sche auf dem Joch-

[1]) Nach neueren Untersuchungen an der Reichsanstalt kann der Faktor η für ein und dasselbe Material nur innerhalb gewisser Grenzen als konstant angesehen werden.

prinzip und benutzt zur Messung der Induktion die Drehung einer vom Strom durchflossenen Spule, die sich in dem Felde des an einer Stelle durchbrochenen Jochbalkens befindet. Die Zurückführung der Angaben dieses Apparates auf absolute Werthe wird wie früher durch Anschluss an das Ellipsoïd geschehen.

c) Fortsetzung der Vergleichung der verschiedenen Untersuchungsmethoden für magnetische Materialien.

Ueber die im vorigen Bericht aufgeführten Versuche, die dahin zielten, ein möglichst gutes Material für exakte magnetische Messungen zu finden, vgl. die Veröffentlichungen Anh. Nr. 23.

α) Gleichmässigkeit gegossener Materialien.

Die dort angeführten Resultate sind inzwischen durchaus bestätigt worden.

Auch bei den laufenden Prüfungen der Gleichmässigkeit von Stäben durch die elektrische Leitungsfähigkeit bewährten sich die gegossenen Eisensorten besonders gut für exakte Bestimmungen.

β) Berechtigung, die Gleichmässigkeit von Eisen- und Stahlstäben mittels der elektrischen Leitungsfähigkeit zu bestimmen.

Die im vorigen Bericht ausgesprochenen Resultate, inzwischen kurz in *dieser Zeitschrift* veröffentlicht (Anh. Nr. 24), haben sich weiter bestätigt. Unregelmässigkeiten sind nicht mehr aufgetreten, sodass man schliessen darf, dass man ein magnetisch gleichmässiges Material mittels der elektrischen Leitungsfähigkeit leicht herausfinden kann.

Allgemeine Beziehungen zwischen den absoluten Werthen der elektrischen Leitungsfähigkeit und magnetischen Eigenschaften haben sich bisher noch nicht ergeben. Für Stäbe, die demselben Guss entstammten, stimmte die elektrische Leitungsfähigkeit nahe überein; für die verschiedenen gegossenen Materialien schwanken jedoch die Werthe ziemlich stark.

γ) Ausglühen von Eisen- und Stahlstäben.

Als eine Ergänzung zu den Mittheilungen im vorjährigen Bericht hat sich gezeigt, dass ein homogenes Material, das man durch schlechtes Ausglühen ungleichmässig gemacht hatte, selbst durch einwandsfreies Glühen nicht wieder magnetisch homogen wurde.

δ) Bestimmung der Galvanometerkonstante für ballistische Beobachtungen[1].

Normalspulen für die Bestimmung des ballistischen Reduktionsfaktors eines Galvanometers sind mit gutem Erfolge hergestellt worden, nachdem Hartgummi nicht vollkommen zu dem gewünschten Ziele geführt hatte, indem Marmorzylinder verwendet wurden, in welche ein Gewinde eingeschnitten ist. In dieses Gewinde ist ein blanker Kupferleiter als primäre Wickelung gelegt. Von den zwei Spulen von 58 bezw. 83 *cm* Länge und 3,0 bezw. 4,9 *cm* Durchmesser hat die grössere nur Abweichungen des Durchmessers längs der ganzen Spule von 0,3‰, ja in der Mitte auf eine Strecke von 20 *cm* nur 0,04‰.

Für die laufenden Prüfungen ist die Bestimmung der Galvanometerkonstante mittels einer solchen Normalspule zu zeitraubend; man wird deshalb am besten eine andere daran angeschlossene Spule mit grösserer primärer Windungszahl benutzen. Bis jetzt wurde zur Ermittelung der Galvanometer-Konstante entweder ein Kondensator oder ein Weber'scher Magnetinduktor verwendet. Die Bestimmung mittels Kondensators wich von derjenigen mittels Normalspule bei den einzelnen Beobachtungen im Allgemeinen um Werthe ab, die innerhalb der Beobachtungsfehler lagen; doch kamen zuweilen Unregelmässigkeiten vor, die bisher noch nicht aufgeklärt sind. Beim Weber'schen Induktor waren die Stäbe des Doppelmagnets nach der Methode von Strouhal und Barus ausgekocht; es hat sich in der That während einer Reihe von Monaten keine Aenderung des Magnetismus ergeben. Bei genauen Messungen muss der Temperaturkoëffizient der Magnete berücksichtigt werden.

d) Einfluss der Dauer des Ausglühens und der mechanischen Bearbeitung auf die magnetischen Eigenschaften.

Die diesbezüglichen Versuche sind noch nicht abgeschlossen. Doch lässt sich bereits Folgendes sagen. Was die Dauer des Glühens betrifft, so ist es wahrscheinlich, dass ein jedes Material dabei einen, aber für die verschiedenen Materialien ungleichen Endzustand erreicht, der jedoch durch eine mechanische Bearbeitung, wie Abdrehen u. s. w. wieder verloren geht. Wenn die letztere Aenderung auch gering ist, so ist sie doch vorhanden. Wiederholung der Bearbeitung scheint eine weitere Aenderung nicht zu ergeben.

e) Einfluss des Jochmateriale auf die Resultate der Jochmethode.

Die noch nicht abgeschlossenen Versuche lassen erkennen, dass, wenn das Material der Joche magnetisch nicht stark differirt, der Einfluss nur gering ist.

---

[1]) Ebeling.

(Fortsetzung folgt.)

Referate.

Ueber die thermische Ausdehnung von Nickel-Stahl-Legirungen und ihre metrologischen Eigenschaften.

Von Ch. Ed. Guillaume. *Compt. rend.* **124.** *S. 176 u. 752. 1897.*

Nachdem seitens des *Bureau international des Poids et Mesures* bereits in den Jahren 1895 und 1896 an zwei Maassstäben aus Nickelstahl abnorme Ausdehnungskoëffizienten konstatirt worden waren, hat Guillaume eine systematische Untersuchung der thermischen Ausdehnung von zahlreichen Nickel-Stahl-Legirungen vorgenommen, welche ausserordentlich wichtige Resultate ergeben hat. Als Versuchsmaterial dienten neben reinem Nickel und reinem Stahl siebzehn verschiedene Legirungen beider Metalle (zum Theil mit Chromzusatz), welche von den Hüttenwerken der *Société de Commentry-Fourchambault* zur Verfügung gestellt wurden. Die Proben bestanden in reichlich meterlangen, geschmiedeten Barren von ungefähr 25 *mm* im Geviert Querschnitt, auf denen Striche in Meterentfernung aufgebracht wurden. Die Bestimmung der Ausdehnungskoëffizienten erfolgte im Wasserbad bei etwa sechs verschiedenen Temperaturen (der Skale des Wasserstoff-Thermometers) zwischen 0° und 38° durch Vergleichung mit einem Normalmeter. Das Ergebniss ist in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Legirung %	Mittlerer Ausdehnungskoëffizient zwischen 0° und T°	Legirung %	Mittlerer Ausdehnungskoëffizient zwischen 0° und T°
0,0 Ni	$(10{,}354 + 0{,}005\,23\,T)\,10^{-6}$	31,4 Ni	$(3{,}395 + 0{,}008\,85\,T)\,10^{-6}$
5 Ni	$(10{,}529 + 0{,}005\,80\,T)$ „	34,6 „	$(1{,}373 + 0{,}002\,37\,T)$ „
12,2 Ni + 1 Cr	$(11{,}714 + 0{,}005\,08\,T)$ „	36,1 „	$(0{,}877 + 0{,}001\,27\,T)$ „
16,8 Ni + 1 Cr	$(11{,}436 + 0{,}001\,70\,T)$ „	36,4 „	$(1{,}058 + 0{,}003\,20\,T)$ „
19 Ni	$(11{,}427 + 0{,}003\,62\,T)$ „	36,6 „	$(1{,}144 + 0{,}001\,71\,T)$ „
21,8 Ni + 3 Cr	$(17{,}097 + 0{,}009\,74\,T)$ „	37,5 „	$(3{,}457 - 0{,}006\,47\,T)$ „
24 Ni	$(17{,}484 + 0{,}007\,11\,T)$ „	39,4 „	$(5{,}357 - 0{,}004\,48\,T)$ „
26,2 Ni	$(13{,}103 + 0{,}021\,23\,T)$ „	44,4 „	$(8{,}508 - 0{,}002\,51\,T)$ „
28 Ni	$(11{,}288 + 0{,}028\,89\,T)$ „	100 „	$(12{,}661 + 0{,}005\,50\,T)$ „
30,8 Ni	$(4{,}570 + 0{,}011\,94\,T)$ „		

Danach ist die thermische Ausdehnung bis zu 19% Ni normal. Bis 24% Ni steigen die Ausdehnungskoëffizienten jäh an, nehmen dann ab und erreichen bei 36% Ni ein Minimum (etwa ein Zehntel der Ausdehnung des Platins); bei weiter wachsendem Nickelgehalt gehen sie allmählich wieder in normale Werthe über. Einen bemerkenswerthen systematischen Gang zeigen auch die quadratischen Glieder.

Von sonstigen physikalischen Eigenschaften hat Guillaume bis jetzt namentlich diejenigen untersucht, welche für die Verwendung der Nickel-Stahl-Legirungen in der Feintechnik, z. B. bei Maassstabkörpern oder Instrumententheilen, wichtig sind. Die Legirungen sind im Innern ausserordentlich homogen, die bearbeiteten Flächen nehmen vorzügliche Politur an und gestatten die Aufbringung sehr feiner und gut definirter Striche. Die Widerstandsfähigkeit gegen Wasser steigt mit dem Nickelgehalt. Die für die Feintechnik wichtigsten Legirungen mit geringer thermischer Ausdehnung sind schon sehr neutral gegen die Einwirkung selbst warmen Wassers, denn die Güte der aufgebrachten Theilstriche blieb dieselbe, auch wenn die Flächen heissem Dampf ausgesetzt wurden. Die unbearbeiteten Flächen sind dagegen von Dampf leicht angreifbar, ebenso von Chlorwasserstoffsäure, sodass z. B. bei der Verwendung von Löthwasser Vorsicht geboten ist, selbstverständlich auch auf den bearbeiteten Flächen. Die Dichte der Körper mit grosser thermischer Ausdehnung ist grösser, als man nach dem Gesetz der Legirungen erwarten könnte, das umgekehrte findet bei den Körpern mit geringer Ausdehnung statt. Bei letzteren bleibt die Dichte durchweg unter 8,1. (Gussmessing hat etwa 8,2.) Weiterhin ermittelte Guillaume die Elastizitätsmoduln. Ihre Maxima und Minima fallen merklich mit denen der Ausdehnungskoëffizienten zusammen. Für die Legirungen von 30,8 bis 39,4% Nickelgehalt wurde der Elastizitätsmodul im Mittel

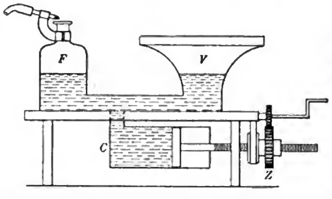
zu 15000 *kg* pro *qmm* gefunden. Ueber die gemeinsamen Gesetzmässigkeiten im Verlauf der Wärmeausdehnung, des Elastizitätsmoduls und der Dichte werden weitere Untersuchungen in Aussicht gestellt.

Weiterhin macht Guillaume einige Mittheilungen über Nachwirkungserscheinungen, welche an den Probekörpern durch wiederholte Erwärmungen derselben hervorgerufen wurden. Die Angaben darüber sind jedoch, bei der Wichtigkeit gerade dieser Eigenschaften, in dem kurzen Bericht nicht ausreichend, um sich ein vollständiges Bild von dem Verlauf und namentlich von der Grösse der Nachwirkungen machen zu können. *G.*

Ueber einen Apparat zur kontinuirlichen und gleichmässigen Veränderung der Tonhöhe.

Von L. W. Stern. *Verhandl. d. physikal. Gesellsch. zu Berlin* **16.** *S. 42. 1897.*

Die Leistung des Apparates besteht darin, „dass ein Ton während des Tönens in seiner Höhe innerhalb weiter Grenzen kontinuirlich mit beliebiger Langsamkeit verändert werden kann, dass die Geschwindigkeit der Veränderung eine gleichmässige ist, und dass die jeweilig erreichte Tonhöhe in jedem Moment ablesbar ist".



Als tönendes Instrument benutzt der Verfasser die angeblasene Flasche, wie sie wohl zuerst von Helmholtz in seinen „Tonempfindungen" beschrieben wird. Ein Glasröhrchen, das an einem Ende platt zusammengedrückt ist, wird mit dem Flaschenhals fest verbunden und richtet durch den Spalt gegen den Flaschenrand einen Luftstrom. Durch Einfüllen einer Flüssigkeit kann man die Tonhöhe verändern; durch Versuche findet der Verfasser, dass die Schwingungszahl der Quadratwurzel aus der Lufthöhe umgekehrt proportional ist.

Um nun die Tonhöhe gleichmässig verändern zu können, kommunizirt die Flasche *F* (s. die Fig.) mit dem sogenannten Variator *V*, der wegen des soeben ausgesprochenen Gesetzes über die Tonhöhen eine eigenthümliche Form besitzt. Flasche und Variator sind mit Quecksilber gefüllt, das von unten her aus dem zylindrischen Reservoir *C* eintreten kann. Im Zylinder ist ein Kolben durch eine einfache Schrauben- und Zahnradvorrichtung verschiebbar: in das Zahnrad *Z* greifen ein grosses und ein kleines Zahnrad (in der Figur ist nur eins gezeichnet), die durch Kurbeln gedreht werden können. Dreht man eine der Kurbeln in einem gewissen Sinne, so tritt Quecksilber aus *C* aus und, vorausgesetzt dass man gleichmässig dreht, verändert sich auch die Tonhöhe gleichmässig. Je nachdem man die eine oder andre Kurbel dreht, erfolgt die Veränderung schneller oder langsamer. Am Zahnrad und an der Spindel befindet sich eine Theilung, aus der man durch eine Tabelle sofort die zugehörigen Schwingungszahlen angeben kann.

Sehr wichtig ist es, dass die Flasche durch einen konstanten Luftstrom angeblasen wird. Ein Blasebalg ist dafür unbrauchbar. Der Verfasser benutzt eine Luftpumpe, durch die er einen grösseren Kessel mit Luft von 3 bis 6 Atmosphären füllen kann. Am Oeffnungshahn ist ein Reduzirventil angebracht, sodass die Luft mit etwa ½ Atmosphäre Ueberdruck ausströmt. Es sei bei dieser Gelegenheit daran erinnert, dass es schon früher Raps (s. *diese Zeitschr.* **10.** *S. 183. 1890*) gelungen ist, Luftströme von grosser Konstanz zum Anblasen von Pfeifen herzustellen. *E. O.*

Zur Theorie der optischen Bilderzeugung mit besonderer Berücksichtigung des Mikroskops.

Von Lord Rayleigh. *Phil. Mag.* **42.** *S. 167. 1896.*

Die auf den Grundsätzen der geometrischen Optik aufgebaute Theorie der optischen Abbildung vermag keine vollständige Erklärung der beobachteten Erscheinungen zu geben.

Insbesondere kann die Frage nach der Grenze der Leistungsfähigkeit der optischen Instrumente, inwieweit Aehnlichkeit zwischen Bild und Objekt erzielt werden kann, welches die feinsten mit dem Instrument noch sichtbar zu machenden Strukturen sind, nur ungenügend beantwortet werden. Diese Aufgabe wird erst auf dem Boden der Wellentheorie des Lichts gelöst, indem man die bei der Abbildung auftretenden Diffraktionserscheinungen berücksichtigt. Der Versuch, eine solche umfassendere Theorie der Abbildung für das Mikroskop zu geben, ist fast gleichzeitig von Abbe (*Arch. f. mikroskop. Anat. 1873*) und Helmholtz (*Pogg. Ann. 1874*) gemacht worden. In der vorliegenden Abhandlung setzt nun Verf. zunächst die von diesen Forschern benutzten Methoden auseinander.

Die von Helmholtz auf die Abbildung selbstleuchtender Objekte angewandte Methode beruht auf folgender Auffassung des Problems. In Folge des Beugungseffekts, den die Begrenzung der Strahlenkegel durch das Oeffnungsdiaphragma des Objektivs hervorbringt, wird von jedem leuchtenden Punkt des Objektes in der Bildebene statt eines punktförmigen Bildes ein Beugungsbildchen entworfen, dessen Lichtvertheilung von Gestalt und Grösse der Objektivöffnung abhängt. Die den verschiedenen Objektpunkten entsprechenden Fraunhofer'schen Beugungsbildchen lagern sich ihren Intensitäten nach zu dem Gesammtbild übereinander.

Die Untersuchungen Abbe's beziehen sich auf die Abbildung von nicht selbstleuchtenden Objekten, die in durchfallendem oder reflektirtem Licht beobachtet werden.

Die von der entfernten, zunächst punktförmig angenommenen Lichtquelle kommenden Strahlen erfahren beim Durchgang durch das Objekt Beugungswirkungen, es wird so die Lichtquelle dicht über dem Objektiv nicht als heller Punkt, sondern als das dem Objekt als beugender Schirm entsprechende Fraunhofer'sche Beugungsspektrum abgebildet. Nach dem Huyghens'schen Prinzip bestimmt man dann den Interferenzeffekt, den das Spektrum in der dem Objekt konjugirten Bildebene hervorbringt. Der Theil des Spektrums, der nicht mehr innerhalb der freien Oeffnung des Objektivs liegt, kann auch nicht zum Interferenzeffekt und damit zur Bilderzeugung beitragen. Bei einer ausgedehnten Lichtquelle hat man diese Interferenzbilder für jeden Punkt der Lichtquelle zu bestimmen und ihren Intensitäten nach übereinander zu lagern.

Rayleigh verallgemeinert nun die Helmholtz'sche Methode und macht sie auch für nicht selbstleuchtende Objekte anwendbar. Man hat nur die Phasenverknüpfungen, welche unter den vom Objekt ausgehenden Lichtwellen bestehen, zu bestimmen und demgemäss die Interferenz der Beugungsbildchen in der Bildebene zu berechnen. Nach dieser Methode werden vom Verf. für einige spezielle Fälle die Rechnungen durchgeführt. So wird behandelt die Abbildung eines Doppelpunkts bezw. einer Doppellinie bei rechteckiger Begrenzung der Objektivöffnung, die eines Doppelpunkts auch für kreisförmige Begrenzung; ferner die Abbildung einer Reihe von in gleichen Abständen befindlichen, gleich hellen Punkten bezw. parallelen Linien für rechteckige wie kreisförmige Begrenzung; für letztere wird jedoch nur die Intensitätsvertheilung längs eines Durchmessers des Bildfeldes berechnet, der parallel der Punktreihe bezw. senkrecht zu den Linien des Gitters liegt.

Es wird jedesmal sowohl der Fall eines selbstleuchtenden, wie eines nicht selbstleuchtenden Objektes behandelt, für letzteren Fall jedoch nur eine einfache Art der Phasenverknüpfung vorausgesetzt.

Die Bevorzugung der Helmholtz'schen Methode gründet sich bei Rayleigh auf folgende Ansichten. Er meint, die Anwendbarkeit der Abbe'schen Methode sei auf nicht selbstleuchtende, gitterartige Strukturen beschränkt. Ausserdem trete bei ersterer Methode besser hervor, dass die Theorie des Auflösungsvermögens bei allen optischen Instrumenten im Wesentlichen dieselbe sei. Die Besonderheiten der mikroskopischen Abbildung rührten nur von der aussergewöhnlichen Grösse des Oeffnungswinkels und dem eigenthümlichen Charakter der gewöhnlich verwandten Beleuchtung her. *A. K.*

Trommelrheostat.

Von Friedrich C. G. Müller. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* **10.** *S. 12. 1897.*

Der nebenstehende Widerstandsmesser ist eine Weiterbildung des von Hrn. Müller vor 8 Jahren beschriebenen Trommelrheostaten (vgl. *diese Zeitschr.* **9.** *S. 49. 1889*). Auf einer drehbaren Holztrommel von 33 *cm* Durchmesser und etwa 14 *cm* Höhe ist 1,25 *mm* starker Manganindraht in 50 Windungen auf- und abwärts gewickelt. Der Draht ist oben und unten um 1 *cm* starke, mit flachen Nuthen versehene Pflöcke gelegt. Der Drahtanfang sitzt in dem Messingstück *A*. Die Stromzuleitung geschieht von *C* aus durch das in zwei lockeren Windungen um die Mittelsäule geschlungene Kupferseil *B* und die Ableitung durch die starke mit Platin belegte Kupferfeder *G* und die Klemme *H*. Durch die Drehung der Trommel können 0 bis 50 Zehntel *Ohm* eingeschaltet werden. Auf einem Brett unterhalb der Trommel ist ein Widerstand angebracht, um Bruchtheile von 0,1 *Ohm* einschalten zu können. Er besteht aus zwei parallelen an den Messingstücken *C* und *D* befestigten Drähten des nämlichen Materials, die durch den Schieber *E* leitend verbunden sind. Um den Messbereich des Apparates auch nach oben ausdehnen zu können, sind unten auf dem Brette noch einige Widerstandsrollen angebracht. Der Messingriegel *DF* besteht aus Stücken, die durch Stöpsel verbunden sind. Durch Ziehen der Stöpsel werden die betreffenden Rollenwiderstände eingeschaltet. Der Apparat wird von Max Kohl in Chemnitz hergestellt. *H. H.-M.*



Apparat zur Demonstration periodischer Kurven.

Von B. Sresnewsky. *Mitth. d. gelehrt. Ges. d. Universität Dorpat 1896.*

Zur Erleichterung des Verständnisses für die Zerlegung einer periodischen Funktion, z. B. des täglichen Ganges des Luftdruckes, in Theilperioden (Sinus-Reihen) hat Verf. folgenden einfachen Apparat hergestellt. An einem Rahmen (Fig. 1a) hängen 25 mit Bleikugeln beschwerte Fäden, welche den Stundenintervalien eines Tages oder den Intervallen von halben Monaten entsprechen sollen. In diesem Rahmen sind, auf Leisten verschiebbar, über einander drei Kurvenlineale 1, 2 und 3 (die Sinuskurve des einfachen, doppelten und dreifachen Arguments darstellend) so angebracht, dass sie sich um horizontale Achsen a_1, a_2, a_3 drehen können, dadurch die Fäden zur Seite drücken und die Bleikugeln verschieden hoch heben. Durch Neigung um die horizontale Achse wird die Amplitude, durch Längsverschiebung der Leisten die Phase der einzelnen Sinuskurven geändert, und die Verbindungslinie der Bleikugeln zeigt die aus diesen drei Sinusgliedern zusammengesetzte Kurve an. Da die Fäden durch die hohlen Achsen der Kurvenlineale geführt sind (Fig. 1b), so bleiben die Bleikugeln in derselben Vertikal-Ebene, und es lassen sich die Dimensionen der entstandenen Kurve an horizontal ausgespannten Fäden des Rahmens leicht ausmessen.

Verf. hat für denselben Zweck noch ein zweites Modell (Fig. 2) konstruirt, welches jedoch nur die Zusammensetzung von zwei Theilkurven gestatttet. Jede der Bleikugeln ist mit einer kleinen Rolle versehen, sodass der Faden, welcher sie hält, zwei freie Enden hat. Das eine Ende jedes dieser Fäden geht, nachdem es durch einen von 24 am obern Ende

des Rahmens in gleichem Abstande angebrachten Ringe hindurchgeführt ist, an die linke Seite des Rahmens und von hier durch ein für sämmtliche nach links geführte Fäden

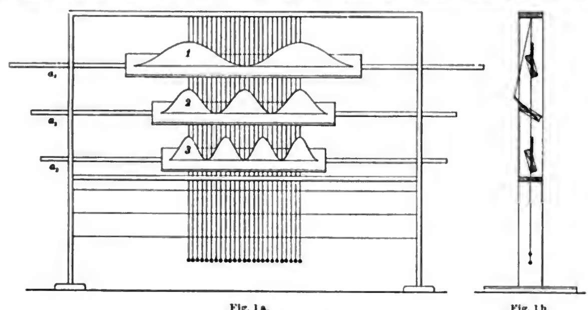


Fig. 1 a. Fig. 1 b.

gemeinsames Loch nach abwärts zu einem der 24 äquidistanten Knöpfe auf der Peripherie eines Kreisringes. Das andere Ende der Fäden läuft an der rechten Seite des Rahmens in einen Ring mit nur 12 Knöpfen aus, an welche der 1. und 13, 2. und 14. Faden u. s. w. zusammen befestigt sind. Die Fäden bilden also über diesen Ringen Kegelflächen. Neigt man beispielsweise die Grundfläche des linken Kegels, so beschreiben die Bleikugeln eine einfache Sinuskurve, deren Amplitude von der Neigung der Grundfläche und deren Phase von der Drehung um die vertikale Achse des Kegels abhängt. Der rechte Kegel allein liefert durch Neigung eine doppelte Sinuskurve der Bleikugeln, und das Zusammenwirken beider Kegel giebt wie vorhin die gewünschte periodische Funktion. Streng genommen ist diese Zerlegung, bezw. Zusammensetzung der Funktion nur für unendlich lange Fäden richtig; es handelt sich hier aber vorwiegend um einen Demonstrations-Apparat. *Sg.*

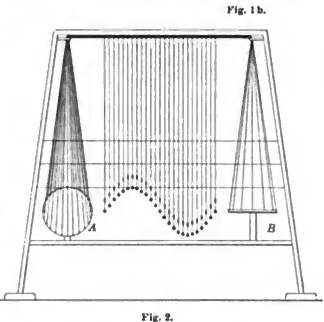


Fig. 2.

Neu erschienene Bücher.

S. Gundelfinger, Tafeln zur Berechnung der reellen Wurzeln sämmtlicher trinomischer Gleichungen. gr. 4°. IV, 15 S. Leipzig, B. G. Teubner 1897. 1,40 M.

Wer die Mühsal ausgedehnter numerischer Rechnungen kennt, wird jedes Hülfsmittel zur Erleichterung derselben erfreut begrüssen. Die Gundelfinger'schen Tafeln schaffen solche bei der numerischen Auflösung algebraischer Gleichungen von der Form $x^{m+n}+ex^m=f$, der sogenannten trinomischen Gleichungen. Der Verf. schliesst sich der in Gauss' Werken (*Bd. III. S. 85 bis 96*) beschriebenen auf die Gauss'schen Additionslogarithmen gegründeten Methode an. Während man bisher gezwungen war, den ersten Näherungswerth der Wurzel durch Probiren zu finden, gestattet die vorliegende 4 grosse Quartseiten umfassende Tafel, denselben auf drei Stellen zu entnehmen. Die Gauss'sche Auflösungsmethode besitzt die ganze Schmiegsamkeit der mit den Additionslogarithmen so nahe verwandten goniometrischen

Formeln. Dem entsprechend lässt auch die Hülfstafel eine grosse Variation in der Darstellung zu. Von allen verschiedenen Möglichkeiten scheint nun in der That die geeignetste getroffen zu sein. Es erfordert nämlich der Gebrauch der Tafel eine doppelte Interpolation, deren eine streng linear ist. Von einer zweckmässigen Anordnung wird man verlangen, dass die Differenzen in der nicht linearen Richtung möglichst gleichmässig verlaufen und so klein sind, dass die zweiten Differenzen die Interpolation nicht beeinflussen. Dies ist in der vorliegenden Anordnung erreicht, dagegen durchaus nicht in jeder möglichen von selber erfüllt. Die Differenzen bleiben sämmtlich unter 100, und man wird durch die Interpolation keinen Fehler begehen, der eine volle Einheit der letzten Stelle beträgt.

Beigefügt ist eine übersichtlich eingerichtete Interpolationstabelle für alle Differenzen unter 100, sowie eine vierstellige Tafel der Additionslogarithmen, die zur weiteren Berechnung der Wurzel auf vier Stellen gebraucht wird. Dagegen wird mancher die zu demselben Zweck erforderliche, dazu für sich schon werthvolle, vierstellige Tafel der gewöhnlichen Logarithmen vermissen, die bei dem grossen Format nur eine Seite gekostet hätte. Der Verf. giebt zwar eine Methode an, aus den beigefügten vierstelligen Logarithmen der Zahlen von 1 bis 100 mittels der Additionslogarithmen die Logarithmen aller Zahlen auf 4 Stellen zu berechnen. Aber wenn man weiss, dass hierzu ausser dem eigentlichen Aufschlagen eines Logarithmus mit Interpolation (und zwar mit weit grösseren und unregelmässigeren Differenzen als bei den gewöhnlichen Logarithmen) noch das Entnehmen zweier Logarithmen ohne Interpolation, sowie eine Subtraktion und eine Addition erforderlich ist, so wird man darum eine gewöhnliche Tafel nicht entbehren wollen. Um so mehr vermisst man dieselbe, als der Platz dazu auf der letzten völlig unbedruckten Seite vorhanden ist, zudem breit ausgeführten Erläuterungen nicht weniger als 7 Seiten eingeräumt sind, während doch die eigentlichen Rechnungsvorschriften sich auf wenige Formeln am Kopf der Tafel haben zusammendrängen lassen.

Die genauere Berechnung der Wurzeln aus dem gefundenen ersten Näherungswerth geschieht nach der Gauss'schen Methode unter Zuhülfenahme mehrstelliger Logarithmenwerke. *H. Diesselhorst.*

O. Lewitzky, Ergebnisse der auf der Charkower Universitäts-Sternwarte mit den v. Rebeur'schen Horizontalpendeln angestellten Beobachtungen. 8°. 63 S. m. 4 Taf. Charkow 1896.

Balsch, Eine Erweiterung des Satzes vom Reversionspendel. 4°. 17 S. Heilbronn 1896. 1,20 M.

J. H. Fabre, *Astronomie élémentaire.* 9. Ausg. 12°. IV, 277 S. m. Fig. Paris 1895.

E. Gérard, *Leçons sur l'Electricité professées à l'Institut électrotechnique Montefiore annexé à l'Université de Liége.* 5. Ausgabe. In 2 Bdn. Bd. I. 8°. XI, 800 S. m. 381 Fig. Paris 1897. 10,50 M.

M. Updegraff, *Flexure of Telescopes.* 8°. 30 S. m. 5 Fig. St. Louis (*Trans. Ac. Soc.*) 1896. 2,00 M.

J. Munro u. A. Jamieson, *Pocket-book of electrical Rules and Tables for use of Electricians and Engineers.* 12. revidirte und vermehrte Aufl. 16°. 708 S. London 1897. Geb. in Leinw. 8,80 M.

S. P. Thompson, Die dynamoelektr. Maschinen. 5. Aufl. 8. u. 9. Heft. Halle, W. Knapp. Je 2,00 M.

C. A. Perkins, *Outlines of Electricity and Magnetism.* 8°. Mit Illustrat. New-York 1896. Geb. in Leinw. 5,50 M.

Jahrbuch der Astronomie und Geophysik. Hrsg. v. Dr. H. J. Klein. 7. Jahrgang. 1896. Mit 5 Taf. gr. 8°. X, 400 S. Leipzig, E. H. Mayer. Kart. 7,00 M.

L. Sageret, *Les Applications de l'Electricité. Transformations de l'Energie libre.* 8°. 351 S. m. zahlreichen Fig. Paris 1896. 4,50 M.

D. C. Jackson u. J. Price, *Textbook on Electromagnetism and the Construction of Dynamos. Volume II: Alternating Currents and alternating Machinery.* 8°. XVII, 729 S. m. Fig. New-York 1896. Geb. in Leinw. 17,50 M.

Vol. I. 1893. Geb. in Leinw. 9,50 M.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktionskuratorium:

Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender, Prof. Dr. **A. Westphal**, geschäftsführendes Mitglied, Prof. Dr. **E. Abbe**, Dr. **H. Krüss**.

Redaktion: Dr. **St. Lindeck** in Charlottenburg-Berlin.

XVII. Jahrgang. **Juni 1897.** Sechstes Heft.

Ueber die Herstellung von Arons'schen Bogenlampen mit Amalgamfüllung.

Von

E. Gumlich.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Die Cadmiumlinien des sichtbaren Spektrums haben bekanntlich in neuerer Zeit, hauptsächlich in Folge der wichtigen Arbeiten von Michelson über die Vergleichung des internationalen Meter mit der Wellenlänge des Cadmiumlichtes, in der messenden Physik eine hervorragende Bedeutung gewonnen; besonders eignen sie sich wegen ihrer Homogenität zu Interferenzbeobachtungen. Aber auch noch aus einem anderen Grunde sind sie für optische Messungen werthvoll: Seit der Einführung der Arons'schen Quecksilberlampe[1]) verfügt man ja über mehrere ungemein intensive Linien im Gelb, Grün, Blau und Violett, welche den sonst bei Dispersionsbestimmungen u. s. w. benutzten und mit Hülfe von Salzperlen im Bunsenbrenner hergestellten Linien weit überlegen sind, aber leider weist die Vertheilung dieser hellsten Quecksilberlinien bedauerliche Lücken auf. Beispielsweise sind die vier rothen, im Quecksilberlichtbogen erscheinenden Linien ziemlich lichtschwach, und auch zwischen der hellgrünen Linie ($\lambda = 546\,\mu\mu$) und der blauen Linie ($\lambda = 436\,\mu\mu$) ist nur etwa noch die Linie ($\lambda = 492\,\mu\mu$) zu verwenden; diese Lücken werden aber gerade durch die hellsten Cadmiumlinien in glücklicher Weise ausgefüllt.

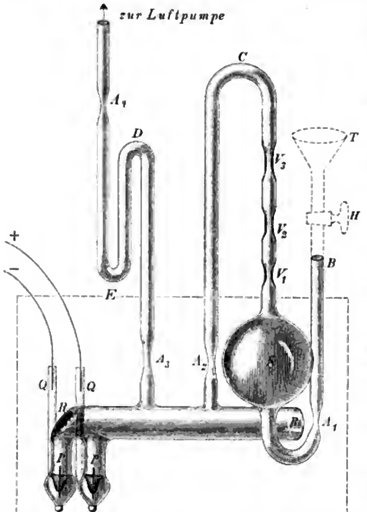
Leider ist es nicht leicht, die Cadmiumlinien einigermaassen intensiv herzustellen: Cadmiumsalze, in Stangenform in das Linnemann'sche Knallgasgebläse eingeführt, geben die Linien ungemein schwach. Wesentlich besser erhält man sie durch Cadmiumamalgam in Geissler'schen Röhren, doch bedarf man dazu eines starken Induktionsapparates und muss ausserdem die Röhren bis auf etwa 300° erhitzen, wodurch leicht Risse an den Einschmelzstellen der Platinpole entstehen. Auch der direkt zwischen Cadmiumpolen überspringende Induktionsfunke zeigt bei Anwendung eines sehr starken Induktoriums und Nebenschaltung einer Batterie Leydener Flaschen die Linien ziemlich hell; aber bei den Arbeiten, für welche die hierbei zu erzielende Intensität genügen würde, ist meist das Intermittiren des Lichtes lästig und strengt die Augen an. Wundervoll glänzend treten die Linien auf im direkten Flammenbogen zwischen zwei Cadmiumpolen, der sich für einen Augenblick ohne Mühe herstellen lässt, wenn man die Pole von jeder Oxydschicht befreit hat; leider erlischt dieser Bogen jedoch regelmässig nach einigen Sekunden dadurch, dass die Pole erweichen, aneinanderbacken und sich ausserdem mit einer Oxydschicht überziehen;

[1]) L. Arons, *Verh. der physikal. Ges. zu Berlin* in *Wied. Ann.* **47.** *S. 767. 1892.*

zudem entwickeln sich dabei dicke, gesundheitsschädliche Dämpfe. Mehrere Versuche, diese Schwierigkeiten zu beseitigen, führten nicht zum Ziele.

Nun hatte Arons unlängst versucht, seine Bogenlampe statt mit Quecksilber, mit Amalgamen zu füllen[1]), darunter auch Cadmiumamalgam, hatte jedoch keine befriedigenden Resultate erzielt: Die Lampen waren mit Kühlung überhaupt nicht zu benutzen und sprangen ohne dieselbe sehr schnell, sodass er zu dem Schlusse kam, „dass das Arbeiten mit Amalgamen in der Lampe sehr misslich sei". Dessen ungeachtet habe ich den von Arons eingeschlagenen Weg weiter verfolgt.

Es zeigte sich hierbei sehr bald, dass die Hauptschwierigkeit in der Beseitigung der bei den Amalgamen auftretenden Oxydschicht besteht. Filtrirt man nämlich das aus vollkommen gereinigten Bestandtheilen hergestellte Amalgam kurz vor der Füllung nochmals in der Luft, so zeigt auch dann, wenn man die Röhre direkt nach dem Einfüllen evakuirt, das Amalgam doch stets nach kurzer Zeit einen grauschwarzen Oxydüberzug, welcher das Zustandekommen des Bogens erschwert; zudem hängt sich das Amalgam an die Glaswände an und bildet eine dauernde Brücke für den Strom, die kaum zu beseitigen ist. Dieselbe Erscheinung, wenn auch in geringerem Maasse, trat ein, als ich das Amalgam im Vakuum herstellte, indem ich zunächst das Cadmium in die Röhre brachte, dieselbe evakuirte und dann erst das Quecksilber in vorher abgemessener Menge mittels einer Hahnzuführung in das Vakuum nachfliessen liess. Schliesslich gelang es, diese Schwierigkeit auf folgendem Wege zu beseitigen.



Die eigentliche Röhre RR (vgl. die Fig.) wurde mit zwei Ansatzröhren A_3DEA_4 und A_2CKBT versehen (das scheinbar in der Zeichnungsebene liegende, gestrichelte Stück BT der letzteren steht thatsächlich senkrecht dazu); dieselben tragen bei A_1, A_2, A_3, A_4 Abschmelzstellen, bei V_1, V_2, V_3 Verengerungen, bei K eine zur Aufnahme des Amalgams bestimmte Kugel und bei T einen Trichter mit Hahn. Das Ganze wird nun zunächst mit Kalilauge, Salpetersäure und destillirtem Wasser sorgfältigst gereinigt und getrocknet, was beides bei dieser Anordnung höchst einfach an der Wasserluftpumpe vorgenommen werden kann; sodann wird die Röhre an die Quecksilberluftpumpe angesetzt und evakuirt. Hierbei ist allerdings darauf zu achten, dass der Hahn H nur an den beiden Enden, nicht aber auch am mittleren, mit der Bohrung versehenen Theile gefettet wird, da sonst beim Einfüllen des erwärmten Amalgams leicht Fetttheilchen mit ins Innere gelangen können; eventuell verhindern

[1]) L. Arons, *Wied. Ann.* **58.** *S. 71. 1896.*

ein Paar in den Trichter gegossene Tropfen Quecksilber das Eindringen von Luft durch den nicht gefetteten Hahntheil. Sodann wird die Röhre mit der Kugel K und der Abschmelzstelle A_1 in einem Heizkasten, dessen Grundriss in der Zeichnung punktirt angegeben ist, ziemlich stark erhitzt und auch das herausragende, nach oben gerichtete Röhrenende BHT vorsichtig angewärmt. Bringt man nun das inzwischen ebenfalls angewärmte und nochmals filtrirte Amalgam durch den Trichter T und den Hahn H in die Kugel K, so wirkt die Abschmelzstelle A_1 bereits als Filter und es bleibt vor derselben ein mit Oxyd überzogener Amalgamrest hängen, während das Amalgam in K schon sehr schön glänzend aussieht. Nunmehr schmilzt man das Trichterstück bei A_1 ab und evakuirt aufs Neue unter nochmaligem Erhitzen und Neigen der Luftpumpe bezw. Klopfen an der Röhre, sodass auch die im Amalgam noch vorhandenen Spuren von Luft möglichst vollkommen ausgetrieben werden. Hierauf wird die Röhre bei A_1 von der Luftpumpe abgeschmolzen und das Amalgam aus der Kugel K durch die Verengerungen V und A_2 in die Röhre R hineinfiltrirt, wo es ebenso rein und glänzend ankommen muss, wie gut gereinigtes Quecksilber. Schmilzt man nun noch das Kugelstück bei A_2 ab, so ist die Röhre zum Gebrauch fertig. Die Röhren Q, welche ebenso wie die eingeschmolzenen Platindrähte P als Stromzuführungen dienen, werden mit Quecksilber gefüllt, die Röhre wird im Wasserbade erwärmt und das geschmolzene Amalgam durch Neigen der Röhre zum Kontakt gebracht, bei dessen Unterbrechung der Lichtbogen entsteht, der dauernd weiter brennt, wenn die Quantität des Amalgams richtig bemessen war. Da sich dies jedoch vor dem Zustandekommen des Bogens schwer genau beurtheilen lässt, so bemisst man lieber von vorneherein das Amalgam etwas reichlich und wirft den eventuell überschüssigen Theil in die Biegung des Rohres bei E. Dies letztere kann man dann, je nach der Einrichtung des als Kühlbad dienenden Kastens, als Handhabe benutzen oder auch bei A_3 abschmelzen und die Röhre mit einer Klemmvorrichtung innerhalb der Kühlflüssigkeit befestigen.

Während das reine Amalgam von den Röhrenwänden auch bei Erwärmung auf 100° und darüber glatt abfliesst, haftet das während des Brennens von den Polen verspritzte Amalgam fest am Glase und bildet in der Nähe der Pole einen undurchsichtigen Belag. Es ist deshalb rathsam, die Pole an das eine Ende der Röhre zu legen, sodass das andere Ende stets frei bleibt; eine Röhrenlänge von etwa 20 *cm* genügt hierzu vollständig. Der Abstand der beiden Polröhren von einander ist für das Zustandekommen des Bogens nicht sehr wesentlich — ich benutzte meist einen solchen von ungefähr 15 *mm* — ebenso auch der innere, etwa 20 bis 25 *mm* betragende Durchmesser der Röhre RR, doch scheint die Helligkeit bei engeren Röhren etwas grösser zu sein.

Beim Auftreten des Bogens geräth nun hauptsächlich der eine Pol[1]) in starke Wallung, und es zeigte sich, dass die grösste Helligkeit des Cadmiumlichtes von hier ausgeht. Da jedoch das Niveau des Amalgams gerade dort in Folge von Verspritzen u. s. w. leicht etwas sinkt, so würde das von diesem Pole kommende Licht für die Beleuchtung zum grössten Theile verloren gehen; ich habe deshalb an dem Winkel des Rohres über der Kathode ein Stück Wand unter etwa 45° zur Röhrenachse geneigt anbringen lassen und dasselbe versilbert, sodass auch das von unten kommende Licht in Richtung der Röhrenachse austritt; thatsächlich wird hierdurch die Intensität der Linien erheblich vermehrt.

---

[1]) Nach meinen Versuchen ist dies die Kathode, wie auch Arons in seiner ersten Mittheilung angiebt, während er in seiner zweiten Mittheilung diese Eigenschaft der Anode zuschreibt.

In dem Sinken des Amalgamniveaus am einen Pole liegt aber auch eine Gefahr für die Röhren selbst, indem der innere heisseste Theil des Lichtbogens dem die Pole trennenden Röhrenstück immer näher kommt und dies zum Springen bringt. Es ist deshalb rathsam, den Bogen von Zeit zu Zeit zu unterbrechen und durch Neigen der Röhre das gesunkene Niveau wieder zu heben. Der Versuch, dies Ziel durch zeitweises Umkehren der Stromrichtung zu erreichen, gelingt selten, da der Bogen auch bei raschem Kommutiren meist erlischt.

Zweifellos spielt betreffs der Haltbarkeit der Röhren auch die Kühlung und die chemische Zusammensetzung des Glases eine wesentliche Rolle; es würde sich verlohnen, diesbezügliche Proben mit verschiedenen Glassorten anzustellen.

Als Stromquelle benutzte ich eine zu Beleuchtungszwecken vorhandene Akkumulatorenbatterie von 65 *Volt*; die Stromstärke betrug nach Einschaltung eines passenden Widerstandes etwa 8 *Ampère*, doch lässt sich, wie Arons gezeigt hat, der Lichtbogen auch schon mit geringerem Energieverbrauch dauernd in Gang halten.

Die Intensität der Cadmiumlinien steigt mit der Konzentration des Amalgams. Ein Amalgam aus 90 Gewichtstheilen Quecksilber und 10 Theilen Cadmium ist noch bequem zu handhaben; es ist zwar bei Zimmertemperatur nicht mehr durchweg flüssig, doch lösen sich die festen Theile bei mässiger Erwärmung wieder; bei höheren Konzentrationen hat man mit dem Einbringen des Amalgams durch den Trichter und die Verengerungen wesentlich grössere Schwierigkeiten. Ferner wächst die Lichtstärke mit der Temperatur der Kühlflüssigkeit. Ich verwendete siedendes Wasser und erhielt auch hiermit schon recht helle Linien; ein Versuch mit Glycerin von 180° zeigte jedoch, dass die Intensität der Linien noch bedeutend zugenommen hatte, aber die sich entwickelnden Dämpfe waren hinderlich. Immerhin würde es kaum schwierig sein, diesem Uebelstande durch geeignete Wahl einer hochsiedenden Flüssigkeit bezw. genügenden Abschluss des Bades zu begegnen. Jedenfalls ist die Anwendung einer heissen Kühlflüssigkeit der Verwendung der Röhren in freier Luft, die sie auf die Dauer nicht aushalten, vorzuziehen.

Es möge nun eine Zusammenstellung der Quecksilber- und Cadmiumlinien mit einer geschätzten Angabe ihrer Helligkeit bei Anwendung von siedendem Wasser als Kühlflüssigkeit folgen; 1 bedeutet die grösste Helligkeit; die Wellenlängen sind mit Hülfe des Abbe'schen Spektrometers bestimmt.

	Wellenlänge in $\mu\mu$	Intensität		Wellenlänge in $\mu\mu$	Intensität
Hg	695	5	Hg	503	5
Cd	644	3	Hg	496	6
Hg	623	4	Hg	492	3
Hg	613	4	Cd	480	3
Hg	607	5	Cd	468	3,5
Hg	579	1	Hg	436	1
Hg	577	1	Hg	435	4
Hg	568	5	Hg	434	4
Hg	546	1	Hg	408	3
Cd	538	5	Hg	405	3
Cd	515	5	Hg	398	5
Cd	509	2			

Es erreicht hiernach die Intensität auch der hellsten Cadmiumlinien diejenige der vier hellsten Quecksilberlinien keineswegs; jedoch ist dabei zu berücksichtigen, dass namentlich die von der Arons'schen Quecksilberlampe gelieferte grüne Linie

($\lambda = 546$) wohl das hellste monochromatische Licht darstellt, das wir überhaupt kennen und mit welchem sich nur das im Knallgasgebläse erzeugte Natriumlicht vergleichen lässt. Die mit der Intensität 1 bis 3 bezeichneten Linien sind für Beleuchtungs- und Interferenzzwecke noch recht wohl zu verwenden, die Linien von der Intensität 4 bis 5 reichen zur Bestimmung von Brechungsexponenten nach der Prismenmethode noch bequem aus. Dass die Anzahl der von mir beobachteten Quecksilberlinien etwas geringer ist als die Zahl der von Arons beobachteten, liegt jedenfalls an der geringeren Temperatur der Kühlflüssigkeit, ist aber für die meisten optischen Zwecke vortheilhaft, da man meist doch nur die hellsten Linien verwenden und die übrigen beseitigen wird.

Einige weitere Versuche erstreckten sich auf Kalium-, Zinn- und Zink-Amalgam. Die Herstellung von gut funktionirenden Röhren der beiden ersten Arten bietet keinerlei besondere Schwierigkeiten, wenn man sich beim Kaliumamalgam auf eine Konzentration von etwa 1%, beim Zinnamalgam auf eine solche von 4 bis 5% beschränkt; leider aber fand ich die Erfahrung von Arons bestätigt, dass sich bei Anwendung einer Kühlflüssigkeit die Kalium- und Zinnlinien überhaupt nicht zeigen; ich sah deshalb von einer Fortsetzung dieser Versuche bald ab. Dagegen gelang die Herstellung der Zinklinien recht gut, wenn auch nicht so leicht, als diejenige der Cadmiumlinien. Noch mehr als beim Cadmium muss man nämlich beim Zink auf absolute Sauberkeit von Röhren und Amalgam achten; zudem ist die Füllung der Röhren mit hochprozentigem Amalgam schwieriger, weil dies noch früher erstarrt als Cadmiumamalgam. Ich beschränkte mich daher auf 4 bis 5% Amalgam und erhielt folgende Linien, welche an Helligkeit denjenigen der Cadmiumlinien nicht wesentlich nachstehen.

Wellenlänge in $\mu\mu$	Intensität	Wellenlänge in $\mu\mu$	Intensität
636	3	480	6
508	3	472	3
481	2,5	468	3,5

Allerdings scheint es, als ob die Röhren mit Zinkamalgam besonders stark zum Springen neigten, was vielleicht auf die von anderer Seite gemachte Erfahrung zurückzuführen ist, dass Zinkamalgam das Glas leicht angreift. Da im Uebrigen die Zinklinien im Spektrum nahezu dieselbe Lage haben, wie die hellsten Cadmiumlinien, so ist schon aus diesem Grunde die Anwendung von Cadmiumamalgam-Röhren vorzuziehen.

Charlottenburg, April 1897.

Die Lichtstärke der Beugungsbilder in absolutem Maass.

Von

Karl Strehl, K. Gymnasiallehrer zu Weissenburg a. S.

Gelegentlich der Berathungen über das Archenhold'sche Riesenfernrohr wurde in einem Vortrag die Helligkeit optischer Bilder berührt und als Ergebniss der geometrischen Optik folgendes hingestellt: „Bedeutet $\mathfrak{r}$ den Radius des Objektivs und p dessen Brennweite, so ist die Helligkeit für Flächen-, Strich- und Punktgebilde entsprechend $\mathfrak{r}^2/p^2$, $\mathfrak{r}^2/p$ und $\mathfrak{r}^2$, woraus hervorgeht, dass ein Vergrössern der Dimensionen

unter Beibehaltung des Oeffnungsverhältnisses im Allgemeinen nur für Strich- und Punktgebilde einen Gewinn an Helligkeit mit sich bringt." Ich bin auf Grund von beugungstheoretischen Studien zu genaueren — zum Theil abweichenden — Feststellungen gelangt, und da es ohnehin der Abschluss der Untersuchungen über aplanatische Abbildung erfordert, so sei mir gestattet, dieses Thema hier eingehend zu erörtern.

Zunächst müssen wir uns fragen, was wir überhaupt unter der gesammten Lichtmenge bezw. stellenweisen Lichtstärke eines optischen Bildes verstehen wollen. Wenn wir uns nicht auf gewagte Hypothesen über die Natur des Lichtäthers, der Strahlung von selbstleuchtenden und beleuchteten Flächen einlassen wollen, dann können wir meiner Ueberzeugung nach diese Begriffe in folgender Weise mit Rücksicht auf die verschiedene Beschaffenheit wechselnder optischer Medien streng definiren.

Betrachten wir durch ein optisches Instrument z. B. einen Planeten und ziehen nach den Regeln der geometrischen Optik von jedem Punkte des Objektes zu jedem Punkte des Bildes alle möglichen Strahlen; diesem nur in der Vorstellung bestehenden geometrisch streng begrenzten Strahlenkomplex entspricht in Wirklichkeit ein vom Planeten bis zur Netzhaut sich hinziehendes, weniger streng begrenztes — sozusagen ausgefranztes — nach den Regeln der Beugungstheorie zu bestimmendes Lichtgewebe. Den Durchschnitt dieses Lichtgewebes mit einer beliebigen Fläche nennen wir „optisches Bild"; was man gewöhnlich optische Bilder nennt, das sind bloss besonders ausgezeichnete Durchschnitte des Lichtgewebes mit den Brennebenen. Wiewohl ein solches Lichtgewebe bei stetiger Strahlung als eine stehende Bewegung aufgefasst werden kann, insofern jedes Aetheratom periodisch die nämlichen Schwingungen vollführt, so stellt es doch in Wirklichkeit einen „Transport von Energie" vom Planeten bis zur Netzhaut dar. Da nun erfahrungsgemäss auf dem ganzen Wege keine Stauung des Lichtes eintritt, so muss durch jeden beliebigen Querschnitt in jeder Sekunde die nämliche Menge Energie hindurchtransportirt werden. Die in 1 Sek. durch das „optische Bild" hindurchtransportirte, z. B. in einen absorbirenden Körper eintretende Menge Energie nennen wir „gesammte Lichtmenge des optischen Bildes". Dividirt man den auf ein Flächenelement E des Querschnittes durch das Lichtgewebe treffenden Energiebetrag ϵ durch ersteres, so erhält man die „stellenweise Flächendichte $\varepsilon = \epsilon / E$ der Energie".

Wir wollen nun unter ε stets die über den ganzen Querschnitt konstante Flächendichte der Energie in der Oeffnungsebene des Objektivs verstehen; diese zu messen ist eine Sache der praktischen Physik, wie z. B. die Messung der Energie der Sonnenstrahlung. Da aber ε der scheinbaren Bildfläche des Planeten proportional ist, so setzen wir für kreisförmige Objekte $\varepsilon = \varepsilon_1 . \mathfrak{S}^2 \pi$ bezw. für rechteckige Objekte $\varepsilon = \varepsilon_1 . \mathfrak{L}\mathfrak{B}$, wobei ε_1 nur noch vom spezifischen Strahlungsvermögen des Himmelskörpers abhängt, von seiner scheinbaren Grösse aber (also auch von seiner Entfernung) unabhängig ist. Bezeichnen p die Brennweite, σ den linearen Radius des Planetenbildes bezw. l und b lineare Länge und Breite in der Brennebene, so ist $\sigma = p\mathfrak{S}$ bezw. $l = p\mathfrak{L}$ und $b = p\mathfrak{B}$; es sind also $\mathfrak{S}, \mathfrak{L}, \mathfrak{B}$ Winkelgrössen in absolutem Maass ($360^{\circ} = 2\pi$) und wir setzen bei der ganzen Betrachtung nur voraus, dass $\mathfrak{S}, \mathfrak{L}, \mathfrak{B}$ so klein sind, dass man sin und arc vertauschen bezw. cos = 1 setzen kann; dies trifft für die Beobachtung von Himmelskörpern auch zu; nichts destoweniger haben Sonne und Mond eine solche Winkelgrösse, dass man sie für „beugungstheoretisch unendlich gross" ansehen kann, da es sich bei Beugungsbildern stets um wenige Vielfache bezw. meistens nur Bruchtheile von 1" handelt.

Die Beugungstheorie hat nun die Flächendichte der Energie an den einzelnen Stellen des optischen Bildes in der Brennebene aus der Flächendichte der Energie in der Oeffnungsebene abzuleiten. Erstere ist für das geometrisch-optische Bild gleich dem Ausdruck

$$\varepsilon \cdot \frac{\textit{Fläche des Objektives}}{\textit{Fläche des geometrisch-optischen Bildes}} = \varepsilon_1 \cdot \frac{\mathfrak{r}^2 \pi}{p^2};$$

für das Beugungsbild erhält man die Flächendichte der Energie, indem man die *„absolute Flächendichte des geometrisch-optischen Bildes"* multiplizirt mit der *„relativen Flächendichte des Beugungsbildes"* und zwar zunächst in der Mitte desselben. Letztere ergiebt sich aus Integrationsbetrachtungen, wegen deren ich auf meine „Theorie des Fernrohrs" *S. 91 u. ff.* verweisen muss. Für andere Stellen des Beugungsbildes lassen sich die Werthe mit Hülfe meiner Abhandlung „Beugungsbilder und deren Messung" (*diese Zeitschr. 16. S. 257. 1896*) durch einfache Proportionen finden.

Diese Betrachtungen gelten zunächst nur für die Beugungsbilder *selbstleuchtender* Objekte. Um die Flächendichte der Energie von Beugungsbildern *beleuchteter* Objekte zu finden, hat man aus obiger Abhandlung statt der Werthe $\mathfrak{M}$ vielmehr die Werthe M^2 zu entnehmen; dabei sind die Werthe der Tabelle GGM^2 mit $3\pi/8$ zu multipliziren, damit die innere Uebereinstimmung der Resultate herbeigeführt wird, wie sich aus theoretischen Betrachtungen — die ich am Schlusse zusammengestellt habe — schliessen lässt.

Im Folgenden sind also die Flächendichten der Energie für die *Mitte* der Beugungsbilder von selbstleuchtenden und beleuchteten Objekten aufgestellt; dabei bedeuten J_0 und J_1 die bekannten Bessel'schen Funktionen und $Z = \frac{2\pi\mathfrak{r}\sigma}{\lambda p}$ bezw. $B = \frac{2\pi\mathfrak{r}b}{\lambda p}$ Radius bezw. Breite des geometrisch-optischen Bildes in numerisch-theoretischem Maassstab.

Kreisscheiben.

a) selbstleuchtende:

$$\varepsilon \cdot \frac{\mathfrak{r}^2 \pi}{\sigma^2 \pi} \cdot \mathfrak{M}(Z) = \varepsilon_1 \cdot \frac{\mathfrak{r}^2 \pi}{p^2} \cdot (1 - J_0^2 - J_1^2),$$

b) beleuchtete:

$$\varepsilon \cdot \frac{\mathfrak{r}^2 \pi}{\sigma^2 \pi} \cdot M^2(Z) = \varepsilon_1 \cdot \frac{\mathfrak{r}^2 \pi}{p^2} \cdot (1 - J_0)^2 .$$

Ein Beispiel möge die Sache erläutern: Es sei $\mathfrak{r} = 50$ *mm* der Halbmesser des Objektivs, $p = 1000$ *mm* die Brennweite, $\lambda = 1/2000$ *mm* die Wellenlänge; ferner sei der scheinbare Halbmesser des Planeten 1"; alsdann ist zunächst $Z = 3{,}05$ und $(1 - J_0^2 - J_1^2) = 0{,}82$ bezw. $(1 - J_0)^2 = 1{,}27^2 = 1{,}62$; weiter ergiebt sich $\frac{\mathfrak{r}^2 \pi}{p^2} = 0{,}007\,854$; da endlich $\mathfrak{S} = \frac{2\pi}{1\,296\,000}$ ist, so wird ε_1 demnach 13 542 800 000-mal so gross als ε; hieraus finden wir, dass die Konzentration der Energie in der Mitte des Bildes für das geometrisch-optische Bild eine 106 370 000-fache, für das Beugungsbild im ersten Fall eine 87 220 000-fache, im zweiten Fall eine 172 370 000-fache ist, gegenüber der Flächendichte in der Oeffnungsebene.

Die Helligkeit des Beugungsbildes *grösserer* Scheiben ist von der scheinbaren Grösse wenig abhängig und wächst mit zunehmendem Radius immer langsamer; im Uebrigen hat sie die Dimension $\left(\frac{\mathfrak{r}}{p}\right)^2$ entsprechend den Lehren der geometrischen Optik.

Punkte.

Selbstleuchtende und beleuchtete:

$$\varepsilon \cdot \frac{\mathfrak{r}^2 \pi}{a^2 \pi} \cdot \frac{Z^2}{4} = \varepsilon_1 \cdot \mathfrak{S}^2 \pi \cdot \left(\frac{\mathfrak{r}^2 \pi}{\lambda p}\right)^2 .$$

Die Helligkeit punktförmiger Gebilde ist natürlich zur scheinbaren Fläche proportional, jedoch im Gegensatz zu den Lehren der geometrischen Optik nicht proportional zum Ausdruck $\mathfrak{r}^2$, sondern vielmehr von der Dimension $\frac{\mathfrak{r}^4}{\lambda^2 p^2}$.

Ganze Geraden.

a) selbstleuchtende:

$$\varepsilon \cdot \frac{\mathfrak{r}^2 \pi}{2 l b} \cdot \frac{8 B}{3 \pi^2} = \varepsilon_1 \cdot \mathfrak{B} \cdot \frac{16 \mathfrak{r}^3}{3 \lambda p^2},$$

b) beleuchtete:

$$\varepsilon \cdot \frac{\mathfrak{r}^2 \pi}{2 l b} \cdot \frac{8 B}{3 \pi^2} \cdot \frac{3 \pi}{8} = \varepsilon_1 \cdot \mathfrak{B} \cdot \frac{2 \mathfrak{r}^3 \pi}{\lambda p^2}.$$

Die Helligkeit strichförmiger Gebilde ist natürlich zur scheinbaren Breite proportional, dagegen von der scheinbaren Länge (in erster Annäherung) unabhängig und im Gegensatz zu dem aus der geometrischen Optik sich ergebenden Ausdruck $\frac{\mathfrak{r}^2}{p}$ vielmehr von der Dimension $\frac{\mathfrak{r}^3}{\lambda p^2}$. Eine Verdoppelung des Objektivdurchmessers bei unveränderter Brennweite würde also einerseits Punktgebilde 16-mal, andererseits Strichgebilde 8-mal so hell erscheinen lassen, während aus der geometrischen Optik beidemal 4 als Faktor folgen würde.

Halbebenen.

a) selbstleuchtende:

$$\varepsilon \cdot \frac{\mathfrak{r}^2 \pi}{2 l b} \cdot \frac{1}{2} = \varepsilon_1 \cdot \frac{\mathfrak{r}^2 \pi}{2 p^2} = \frac{1}{2} \textit{ der vollen Flächendichte,}$$

b) beleuchtete:

$$\varepsilon \cdot \frac{\mathfrak{r}^2 \pi}{2 l b} \cdot \frac{1}{4} = \varepsilon_1 \cdot \frac{\mathfrak{r}^2 \pi}{4 p^2} = \frac{1}{4} \textit{ der vollen Flächendichte.}$$

Die Formeln sind für den *Rand* des geometrisch-optischen Bildes maassgebend.

Die Helligkeit sehr grosser Bilder, z. B. von Sonne und Mond ist von der scheinbaren Grösse gänzlich unabhängig und ausserdem von der Dimension $\left(\frac{\mathfrak{r}}{p}\right)^2$; es ist dies zugleich der einzige Punkt, in dem die Lehren der Beugungstheorie und jene der geometrischen Optik übereinstimmen.

Chromatische und sphärische Abweichung.

Die chromatischen und sphärischen Abweichungen haben natürlich auf die Helligkeit der Bilder einen bedeutenden Einfluss; nicht sowohl auf die *durchschnittliche* Helligkeit des Beugungsbildes im Ganzen, als vielmehr auf die *spezifische* Helligkeit (d. h. die Helligkeitsunterschiede) der feinsten Strukturelemente. Wird dadurch einerseits die Sichtbarkeit isolirter Bildelemente, z. B. von Planetentrabanten u. s. w. herabgedrückt, so wird andererseits das Definitionsvermögen des Objektivs verringert. Diese Schädigung des Auflösungsvermögens kann aber doppelter Art sein, wie ich im Folgenden näher auseinandersetzen will.

Wenn auch die absolute Höhe der den isolirten Elementen entsprechenden Lichtgebirge (indem man die stellenweise Helligkeit des Beugungsbildes durch eine Ordinate ausdrückt, wodurch das Beugungsbild einer Gebirgslandschaft ähnlich wird) in der Mitte bereits merklich verringert, die Helligkeit also bereits merklich geschwächt ist, so kann doch der seitliche Abfall noch ein derartiger sein, dass bei Uebereinanderschiebung zweier benachbarter Beugungsbilder eine merkliche Aenderung der absoluten Grenze des Auflösungsvermögens noch nicht eintritt. Wie ich mich durch eine besondere Rechnung überzeugte, ist dies z. B. der Fall bezüglich der chromatischen Abweichung des Reinfelder'schen Objektives zu Monrepos[1]); was jedoch an Masse dem Lichtgebirge in der Mittte abgetragen worden, muss nothwendig am Fusse als gleichsam angeschwemmt erscheinen. Dadurch werden die *Helligkeitsunterschiede* benachbarter Strukturelemente bedeutend verringert und — während das absolute Auflösungsvermögen als solches noch nicht vermindert erscheint — die Ausnutzung desselben durch das beobachtende Auge infolge der begrenzten Empfindlichkeit desselben zum Theil unmöglich gemacht, zum Theil erschwert. Es kann dieser Vorgang mit dem Namen „Verschleierung des Bilddetails" bezeichnet werden, was anderwärts als „Weichheit des Bildes" u. dgl. gekennzeichnet wird.

Wenn jedoch die absolute Höhe der Mitte des Lichtgebirges noch weiter, also bedeutend herabgeht, dann tritt allmählich eine vollständige Deformation desselben ein; der seitliche Abfall wird nun ein solcher, dass bei Uebereinanderlagerung zweier benachbarter Beugungsbilder auch die absolute Grenze des Auflösungsvermögens weiter und weiter hinausgeschoben wird. Hierauf haben wir nicht näher einzugehen, da ja jeder Optiker so starke Fehler hintanzuhalten suchen wird.

Diese beiden Vorgänge treten übrigens infolge der chromatischen Abweichung in der Brennebene des Minimalfokus gleichzeitig auf. Während die Bilder der zur hellsten Spektralstelle, welcher der Minimalfokus entsprechen soll, benachbarten Farben zunächst nur relativ an „*Verschleierung des Details*" leiden, geht diese dagegen für die Bilder entfernterer, lichtschwächerer Farben allmählich in eine „*Verringerung des absoluten Auflösungsvermögens*" — bis zu dessen vollständiger Vernichtung — über. Da alle diese Bilder zugleich mit dem in gewissem Sinn „*vollkommenen*" der hellsten Spektralstelle zusammenfallen, so ist aus dieser Betrachtung ersichtlich, was das Wesen in der Wirksamkeit der Abweichung ausmacht, die man gewöhnlich mit dem Namen „*sekundäres Spektrum*" bezeichnet.

Zum Schlusse mögen wir uns fragen, welche Schwingungszustände der Aethermasse den oben bezeichneten „optischen Bildern" zu Grunde liegen. Den entschiedensten und zugleich völlig entgegengesetzten Ausdruck werden wir hierbei einerseits in der Eintrittspupille (Oeffnungsebene) bezw. Austrittspupille (Ort des Auges), andererseits in der Brennebene bezw. Netzhaut finden.

In der Eintrittspupille werden die einzelnen Aetheratome sämmtlich kongruente Schwingungen vollführen, aber nicht nur parallel zur Oeffnungsebene, sondern innerhalb eines Kegels von der scheinbaren Grösse des Planeten in allen möglichen Richtungen und zwar nach Amplitude, Periode (Wellenlänge und Wegdifferenz) und Polarisation sowie Kohärenz bezw. Inkohärenz verschieden (also in sehr komplizirten räumlichen Schwingungsfiguren) und demnach zwar unter sich kongruente Strahlenkegel, aber solche mit unregelmässiger Vertheilung der Strahlung aussenden.

In der Brennebene werden die einzelnen Aetheratome nach Amplitude, Periode,

---

[1]) Vgl. meine Abhandlung „Ueber die Farbenabweichung u. s. w." *Diese Zeitschr.* ***17.*** ***S.*** *77. 1897.*

Polarisation und Kohärenz bezw. Inkohärenz mehr oder minder verschieden schwingen, aber sämmtlich in erster Annäherung parallel zur Brennebene und demnach zur Entstehung von zwar unter sich in aller möglichen Weise verschiedenen Strahlenkegeln, aber solchen mit durchaus regelmässiger Ausbreitung der Strahlung Veranlassung geben.

In anderen Querschnitten wird eine mehr oder minder komplizirte Mischung dieser beiden Grenzzustände eintreten, ohne dass man dieselbe noch in übersichtlicher Weise auseinanderhalten könnte.

Theoretischer Anhang.

Die Werthe $\mathfrak{M}$ bezw. M in meiner Abhandlung „Beugungsbilder und deren Messung" wurden gewonnen durch Integration über die durch 4π zu dividirenden Funktionen $\left(\frac{2J_1}{Z}\right)^2$ bezw. $\frac{2J_1}{Z}$ innerhalb der Grenzen des über die Funktionsebene zu verschiebenden geometrisch-optischen Bildes; die Werthe M^2 entstehen durch Quadriren der Werthe M. Da nun

$$\int_0^\infty \left(\frac{2J_1}{Z}\right)^2 \cdot 2\pi Z dZ = \int_0^\infty \frac{2J_1}{Z} \cdot 2\pi Z dZ = 4\pi$$

ist, so folgt einerseits aus der Gleichheit der Masse des Beugungsbildes und des geometrisch-optischen Bildes für kreisförmige Objekte

$$\int_0^\infty \mathfrak{M} \cdot 2\pi Z dZ = \int_0^\infty M \cdot 2\pi Z dZ = Z^2\pi;$$

andererseits ergiebt sich aus der Gleichheit der Gesammtenergie des Beugungsbildes von selbstleuchtenden und von beleuchteten kreisförmigen Objekten nothwendig

$$\int_0^\infty \mathfrak{M} \cdot 2\pi Z dZ = \int_0^\infty M^2 \cdot 2\pi Z dZ = Z^2\pi;$$

die Gesammtenergie des Beugungsbildes kreisförmiger Objekte in der Brennebene wird demnach

$$\epsilon_1 \cdot \frac{\mathfrak{r}^2\pi}{p^2} \cdot \int_0^\infty \mathfrak{M} \cdot 2\pi\sigma d\sigma \text{ bezw. } \epsilon_1 \cdot \frac{\mathfrak{r}^2\pi}{p^2} \cdot \int_0^\infty M^2 \cdot 2\pi\sigma d\sigma = \epsilon \cdot \mathfrak{r}^2\pi;$$

letzteres ist aber, wie es natürlich sein muss, die Gesammtenergie der Oeffnungsebene.

Die Werthe $GG\mathfrak{M}$ bezw. GGM und GGM^2 in obiger Abhandlung sind zunächst wegen

$$\int_0^\infty \left(\frac{2J_1}{Z}\right)^2 \cdot dZ = \frac{16}{3\pi} \text{ bezw. } \int_0^\infty \frac{2J_1}{Z} \cdot dZ \gtrless 2$$

je mit $\frac{32}{3\pi}$ bezw. beide mit 4 multiplizirt zu denken, während die genannten Reihen des Quadrirens wegen je mit 1 beginnen; aus obigen Erwägungen folgt

$$4 \cdot \textit{Reihensumme } GGM = 4 \cdot \textit{Reihensumme } GGM^2 = \frac{32}{3\pi} \cdot \textit{Reihensumme } GG\mathfrak{M};$$

während vielmehr für die Beugungsbilder ganzer Geraden sein muss

$$\int_{-\infty}^{+\infty} M \cdot dB = \int_{-\infty}^{+\infty} M^2 \cdot dB = \int_{-\infty}^{+\infty} \mathfrak{M} \cdot dB = B;$$

also sind die Werthe GGM und GGM^2 gegenüber den Werthen $GG\mathfrak{M}$ um den Faktor $3\pi/8$ zu klein, müssen demnach, um den Fall beleuchteter ganzer Geraden auf den Fall selbstleuchtender zurückzuführen, im Verhältniss $3\pi/8$ vergrössert werden. Ausführlich könnte man schreiben:

Ganze Geraden:

selbstleuchtende $\varepsilon \cdot \frac{\mathfrak{r}^2 \pi}{2 l b} \cdot \mathfrak{M} = \varepsilon_1 \cdot \frac{\mathfrak{r}^2 \pi}{p^2} \cdot \left\{ \frac{1}{4 \pi} \cdot \frac{32}{3 \pi} \cdot (GG\,\mathfrak{M}) \cdot B \right\},$

beleuchtete $\varepsilon \cdot \frac{\mathfrak{r}^2 \pi}{2 l b} \cdot M^2 = \varepsilon_1 \cdot \frac{\mathfrak{r}^2 \pi}{p^2} \cdot \left\{ \frac{1}{4 \pi} \cdot 4 \cdot (GG\,M^2) \cdot B \right\},$

Gesammtenergie $\varepsilon_1 \cdot \frac{\mathfrak{r}^2 \pi}{p^2} \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} dL \int_{-\infty}^{+\infty} dB \cdot \mathfrak{M}$ bezw. $M^2 = \varepsilon \cdot \mathfrak{r}^2 \pi,$

wodurch die Formeln für ganze Geraden in ihrem Bau durchsichtiger werden.

Das Integral $\int_0^\infty \frac{2 J_1}{Z} \cdot dZ$ habe ich im Bereich der Tabellen Bessel'scher Funktionen sowohl durch mechanische Quadratur als auch durch die Transformation

$$\int_0^Z \frac{2 J_1}{Z} \cdot dZ = \Big\{ -2 J_1 + 4 \cdot (J_1 + J_3 + J_5 + \ldots) \Big\}_0^Z$$

ausgewerthet und mit einem Fehler $\leq 0{,}005$ den Werth 2 gefunden.

Vorstehende theoretische Betrachtungen werden durch numerische Quadratur, freilich infolge des beschränkten Zahlenmaterials mit einer naturnothwendigen Fehlergrenze vereinzelt bis 10%, bestätigt. Ich halte also nicht nur für *selbstleuchtende*, sondern auch für *beleuchtete* Objekte das Problem der Helligkeitsbestimmung der Beugungsbilder für gelöst und schliesse hiermit meine Studien über aplanatische Abbildung.

Die Thätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in der Zeit vom 1. Februar 1896 bis 31. Januar 1897.

(Fortsetzung von S. 154.)

III. Arbeiten, betreffend Wärme- und Druckmessungen.
Uebersicht über die laufenden Prüfungen.

In der Zeit vom 1. Februar 1896 bis 31. Januar 1897 sind geprüft worden
14062 Thermometer,
272 Apparate für Petroleumprüfung,
4230 Legirungsringe,
10 Federmanometer,
27 Barometer,
34 einzelne Le Chatelier'sche Thermoelemente und
etwa 6 *kg* Platin- bezw. Rhodium-Platin-Draht zu solchen.

Ferner wurden untersucht
7 verschiedene Apparate,
5 Metallgemische auf Schmelzpunkte,
6 Petroleumsorten bezw. Gemische auf verschiedene Eigenschaften,
2 Sorten rauchschwaches Pulver auf spezifisches Gewicht,
4 Sorten Kruppinband auf spez. Wärme.

1. Anzahl der geprüften Thermometer[1]*).*

Von den geprüften Thermometern waren
12390 gewöhnliche ärztliche oder ärztliche Maximumthermometer,
19 ärztliche Thermometer mit Eispunkt (zur Beglaubigung),
53 Immisch'sche Zeigerthermometer,
510 Normalthermometer mit Korrektionsangabe in 0,01°, geprüft in Temperaturen bis 100°,
572 Thermometer mit Korrektionsangabe in 0,1°, geprüft in Temperaturen bis 100°,
7 Insolationsthermometer,
326 sog. chemische Thermometer für Temperaturen bis 300°,
48 hochgradige Thermometer für Temperaturen bis 400°,
75 hochgradige Thermometer für Temperaturen über 400° bis 550°,
34 Siedethermometer für Höhenmessungen,
17 Thermometer für Eispunktsbestimmungen oder Messungen unter 0°,
11 Thermometer nach Walferdin'scher (Beckmann'scher) Konstruktion.

zusammen 14062 Thermometer.

Hiervon wurden 1162 Thermometer wegen äusserer Mängel oder Ueberschreitung der Fehlergrenzen als unzulässig zurückgewiesen; 60 Instrumente waren beschädigt eingegangen, während 42 Instrumente bei der Prüfung und Aetzung schadhaft wurden; insgesammt sind demnach von den eingereichten Thermometern 1264 Stück = 9% zurückgewiesen worden.

Im Ganzen genommen hat die Zahl der Thermometer gegen das Vorjahr um 2299 zugenommen, woran hauptsächlich die ärztlichen und die feineren Normalthermometer Theil haben, während die hochgradigen etwas zurückgegangen sind. Von den ärztlichen Thermometern konnten 4447 = 35,9% mit der Bezeichnung „fehlerfrei" versehen werden, was als ein erfreulicher Fortschritt bezeichnet werden darf.

Die Prüfung ist nach den bisherigen bewährten Methoden ausgeführt, jedoch mit Rücksicht auf die bevorstehende Einführung der neuen Prüfungsbestimmungen, welche erhöhte Anforderungen an die Beschaffenheit der Thermometer stellen, in einigen Richtungen wesentlich verschärft worden. So ist insbesondere noch mehr als bisher auf die Unveränderlichkeit der Angaben der Thermometer das Augenmerk gerichtet, wozu eine Vermehrung der Eispunktsbestimmungen und eine mehrfache Wiederholung der Prüfung an denselben

[1]) Hebeler, Grützmacher, Mahlke, Hebe.

Stellen erforderlich wurde. Ferner ist auch die Prüfung der meteorologischen Minimum- und Maximumthermometer verschärft worden. Die Prüfung der Vorrichtung zur Angabe der Extremtemperaturen fand nämlich bisher hauptsächlich durch eine wiederholte Vergleichung der Thermometer bei denselben Temperaturen und eine nachherige einfache Kontrole des Funktionirens der Maximal- bezw. Minimal-Vorrichtung statt. Diese Kontrole wird jetzt in dreifacher Weise ausgeführt, ähnlich wie es bei der Anfertigung der Thermometer selbst geschieht. Auch die Prüfung der hochgradigen, mit komprimirter Kohlensäure über dem Quecksilber gefüllten Thermometer wird mit einer weiteren Verschärfung durchgeführt. Es hatte sich nämlich gezeigt, dass bei denjenigen hochgradigen Thermometern, welche nicht mit der Niehls'schen Schutzvorrichtung gegen das Herabfliessen des den provisorischen Verschluss bildenden Schellacks versehen sind, im Laufe der Zeit die geringen Spuren von Feuchtigkeit, welche nach der Anfertigung zuweilen noch im oberen Theile des Kapillarrohrs bleiben, oder sich beim Gebrauch der Thermometer in hohen Temperaturen durch die Zersetzung des Schellacks bilden, allmählich in das Quecksilber dringen und alsdann bei höheren Temperaturen Spannungen hervorbringen, welche die Angaben der Thermometer zu hoch werden lassen. In Folge dessen musste zu der eigentlichen Vergleichung des Thermometers noch eine besondere Prüfung auf die Trockenheit des Rohres hinzugefügt werden. Diese Prüfung wird durch mehrmaliges Erhitzen und Abkühlen des Thermometers mit darauf folgenden Eispunktsbestimmungen ausgeführt. Zeigen die verschiedenen Eispunktsbestimmungen Uebereinstimmung, so darf auf eine hinreichende Austrocknung der Röhren geschlossen werden.

Durch diese und andere Verschärfungen und Erweiterungen der Prüfungsvorschriften ist allerdings die Arbeit des Prüfens wesentlich vermehrt, und auch eine Erhöhung der Prüfungsgebühren nothwendig geworden, aber auch der Werth der Prüfungen weiter gesteigert worden.

2. Thermometerprüfungsanstalt zu Ilmenau.

Eine Revision der Prüfungsanstalt hat in diesem Jahre nicht stattgefunden. Die zum Herbst 1896 geplante Revision musste verschoben werden, weil die Verhandlungen über die neuen Prüfungsbestimmungen, welche auch einige prinzipielle Aenderungen bezüglich der Stellung der Prüfungsanstalt zur Reichsanstalt enthält, noch nicht zum Abschluss gebracht werden konnten. Der Entwurf der neuen Prüfungsvorschriften, welcher schon im Januar 1896 einer Versammlung von Glasinstrumenten-Fabrikanten aus den verschiedenen Theilen Thüringens in Ilmenau vorgelegen hatte, ist im August 1896 auf dem in Charlottenburg zusammengetretenen Glasbläsertag einer eingehenden Berathung unterzogen worden. Im Anschluss hieran fand dann im Oktober 1896 im Beisein des Direktors der Prüfungsanstalt, Herrn Böttcher, nochmals eine Durchberathung aller Einzelvorschriften statt, welche zu einer vollständigen Einigung der Ansichten führte. Nachträglich sind jedoch gegen den in die Prüfungsbestimmungen aufgenommenen Vorschlag der Reichsanstalt, die Prüfung der Thermometer mit Réaumur-Skalen vom 1. April 1897 *ganz* aufzugeben, von Seiten der Thermometer-Prüfungsanstalt zu Ilmenau in Rücksicht auf das Brauereigewerbe Bedenken erhoben worden.

3. Arbeits-Normalthermometer[1]*).*

Für die Arbeits-Normalthermometer bis 100° sind neue Gradwerthbestimmungen (für jedes Thermometer 10 bis 20 verschiedene Bestimmungen) ausgeführt worden. Die Uebereinstimmung mit den früheren Werthen ist durchweg sehr gut, denn sie erstreckt sich bis auf wenige Tausendstel Grad. Nur für 1 Thermometer ging die Abweichung gegen die früheren Bestimmungen über die Beobachtungsfehlergrenze hinaus und betrug 0,016°, was noch einer Aufklärung durch weitere Versuche bedarf.

Zwei der genannten Normale und zwei Normalthermometer aus Glas 59^{III} werden z. Z. in der Abtheilung I mit den dortigen Haupt-Normalthermometern einer ausführlichen Vergleichung unterzogen, um eine unmittelbare Beziehung der von den beiden Abtheilungen unabhängig von einander ermittelten Temperaturskalen zu gewinnen. (Vgl. hierüber *S. 141.*)

---

[1]) Wiebe, Grützmacher, Mahlke.

Ferner hat eine Vergleichung der vor 2 Jahren neu beschafften hochgradigen Normalthermometer mit den direkt an das Luftthermometer angeschlossenen Nichls'schen Stabthermometern Nr. 76 und Nr. 77 in wiederholten ausführlichen Reihen von 10° zu 10° innerhalb des Temperaturintervalles von 300° bis 500° stattgefunden.

4. Neue Prüfungsapparate. Für besonders lange Thermometer, deren Prüfung wegen der Unsicherheit in der genauen Kenntniss der Korrektion für den herausragenden Faden Schwierigkeiten bot, ist nach Angaben von Dr. Mahlke in der Werkstatt der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ein neuer, besonders hoher Vergleichsapparat angefertigt worden. Seine Konstruktion beruht auf denselben Gesichtspunkten wie das in *dieser Zeitschr.* **13.** *S. 197. 1893* von Dr. Mahlke beschriebene Oelbad, nur dient als Bad der Billigkeit wegen statt des Olivenöls amerikanisches Schweineschmalz, das sich für diese Zwecke gut bewährt hat. Sodann ist für die Siedepunktsbestimmungen nach Angaben von Grützmacher ebenfalls in der Werkstatt der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ein neuer Apparat gebaut worden, dessen Dampfentwickelungsraum, abweichend von der gewöhnlichen Rudberg'schen Sicderöhre, aus 2 in einander gesetzten Siedekesseln besteht. Der innere Kessel ist durch einen Asbestring von dem äusseren, den direkten Flammen ausgesetzten Kessel isolirt, und die Erwärmung des Wassers im inneren Kessel findet durch den im äusseren Kessel sich entwickelnden Dampf statt. Es ist hierdurch die Gefahr ausgeschlossen, dass der Wasserdampf direkt durch die Flammengase oder indirekt durch metallische Leitung überhitzt werden kann. Zwei an der Röhre angebrachte Hähne gestatten die Spannung des Dampfes zu variiren, dessen Ueberdruck an 3 Wassermanometern gemessen wird.

Im Anschluss hieran wurden 2 kleine Siedeapparate, wie sie bei Höhenmessungen mit dem Siedethermometer gebräuchlich sind, untersucht. Unter ungünstigen Umständen konnte bei der bisherigen Form der Apparate eine Ueberhitzung des Wasserdampfs bis zu 0,5° eintreten. In Folge dessen ist jetzt von Herrn R. Fuess ein neuer Apparat konstruirt, bei welchem die Möglichkeit der Ueberhitzung des Wasserdampfs ausgeschlossen ist. Die Einzelheiten der Prüfung sollen in einer Veröffentlichung demnächst mitgetheilt werden.

5. Pyrometrische Arbeiten[1]. Die regelmässigen Prüfungen von Pyrometern sind im April 1896 in den Räumen der Versuchswerkstatt aufgenommen worden. Es hat sich dabei zunächst nur um Prüfung von Le Chatelier'schen Thermoelementen gehandelt. Als Normal dient ein von Keiser & Schmidt bezogenes Thermoelement (K. & S.) aus Platin- und Rhodiumplatindraht (10% Rhodium) von 0,65 *mm* Stärke und ein von dieser Firma nach den Angaben von Dr. Holborn und Dr. Wien konstruirtes d'Arsonval'sches Galvanometer. Die Spannung des Elements war bereits früher durch Vergleichungen in der Abtheilung I bestimmt und ist im Verlaufe des Jahres mehrfach sowohl von Seiten der Abtheilung I wie II kontrolirt worden, wobei sich Uebereinstimmung mit den früheren Werthen bis auf 3° in den höchsten Temperaturen (1430°) ergeben hat.

Ausser diesem Normalelement besitzt die Abtheilung II noch 2 Thermoelemente (I und II) von 0,4 *mm* Stärke, die als Hülfsinstrumente bei anderen Untersuchungen verwendet werden. In neuerer Zeit sind noch 2 Thermoelemente (III und IV) von 0,65 *mm* Drahtstärke beschafft worden, um als Ersatz für das durch die Prüfungen allmählich defekt werdende Normalelement K. & S. zu dienen. Diese sowie die mit I und II bezeichneten Elemente sind durch ausgedehnte Vergleichsreihen von 100° zu 100° sowohl an das Normalelement der Abtheilung I wie an K. & S. angeschlossen worden. Hierbei zeigte sich, dass die zu verschiedenen Zeiten an denselben Punkten eines und desselben Thermoelements gefundenen Werthe der Thermokraft bis auf geringfügige Abweichungen übereinstimmten. Es liefert dies den Beweis, dass das Material, aus welchem die Thermoelemente hergestellt sind, merklich homogen ist, und dass ferner auch die Prüfungsmethode exakte Werthe giebt.

Zur Prüfung eingegangen sind 10 einzelne Le Chatelier'sche Thermoelemente von verschiedenen Einsendern und 6,5 *kg* Draht zu Thermoelementen von der Firma C. W. Heräus

---

[1]) Wiebe, Schwirkus.

in Hanau. Der letztere Vorrath repräsentirt einen Werth von mehr als 29 000 M. und liefert etwa 350 Thermoelemente von 3 *m* Länge. Die Prüfung dieses Vorrathes geschah in folgender Weise. Beide Drahtsorten wurden in Stücke von je 30 *m* Länge zerlegt, welche auf Rollen aufgewickelt wurden. Vom Anfang des ersten Stücks, sowie zwischen je 2 solchen Stücken und vom Ende des letzten Stücks wurden kleinere Stücke von je 1,5 *m* Länge abgenommen und die Stücke der verschiedenen Drahtsorten zu je einem Thermoelement vereinigt. Die so erhaltenen 24 Thermoelemente wurden mit dem Normal K. & S., anfangs von 100° zu 100°, später von 200° zu 200° fortschreitend unmittelbar verglichen. Die „Löthstelle" des zu vergleichenden Elements war mit derjenigen des Normalelements zusammengeschmolzen, und die Elemente wurden dann nach einander in den Stromkreis des Galvanometers gebracht. Das Galvanometer wurde von Zeit zu Zeit durch eine Prüfung im Elektrischen Laboratorium nachgeaicht. Der Widerstand der eingeschalteten Thermoelemente war fast vollständig gleich, sodass bei der Vergleichung der Elemente bei verschiedenen Temperaturen untereinander eine Ungenauigkeit durch den noch nicht hinreichend genau festgestellten Temperaturkoëffizienten des Rhodium-Platindrahts nicht entstehen konnte. Jedoch hat sich herausgestellt, dass der Temperaturkoëffizient des Galvanometers recht beträchtlich ist, sodass bei den Messungen mit dem Thermoelement unter Benutzung der von Keiser & Schmidt fabrizirten d'Arsonval'schen Galvanometer die Temperatur dieser Instrumente in Rücksicht gezogen werden muss[1]). Es sind deshalb z. Z. im Elektrischen Laboratorium Versuche zur Verbesserung des Galvanometers im Gange, dessen bisherige Beschaffenheit auch noch anderweitige Störungen (Nullpunkts-Aenderung, Kurzschluss u. s. w.) gezeigt hat.

Dies trat besonders bei einem von der genannten Firma zur Prüfung der Temperaturskale eingereichten Instrument hervor, welches in Folge bedeutender Nullpunktsverschiebungen zurückgewiesen werden musste. Ein zweites derartiges Instrument bestand dagegen die Prüfung gut.

6. Manometer und Barometer[2]).

10 Federmanometer wurden geprüpft, darunter 3 bis 150 *kg* und 1 bis 450 *kg* Druck. An Barometern wurden 27 Stück, darunter 3 Quecksilberbarometer geprüft. Unter den letzteren befand sich auch 1 neues von Axel Darmer konstruirtes Reisebarometer, welches eine bedeutende Vereinfachung gegenüber den bisherigen Konstruktionen von Reisebarometern aufweist und bei den Vergleichungen mit dem Normalbarometer sich auch bewährte, sowohl im Freien wie im Zimmer. Eine Beschreibung des Barometers befindet sich in der *Zeitschr. f. Glasinstrumentenindustrie* **6.** *S. 169. 1896.* Die Untersuchung über die elastischen Nachwirkungen wird noch fortgesetzt. Die Temperaturkoëffizienten der Dosen aus Konstantan sind wiederholt bestimmt und innerhalb verschiedener Drucke und Temperaturen sehr wenig variabel gefunden worden.

7. Petroleumprober, Zähigkeitsmesser und Untersuchung von Petroleum[3]).

Die Prüfung erstreckte sich auf

132 Petroleumprober und 3 Einsätze zu solchen,
137 Zähigkeitsmesser,
6 Petroleumsorten (Prüfung auf verschiedene Eigenschaften).

Die Arbeiten mit den Apparaten zur Prüfung des Petroleums haben sich gegen das Vorjahr mehr als verdoppelt, besonders in Folge des gesteigerten Exports der Prober nach Russland, Rumänien und anderen Ländern.

Auf Antrag der Deutsch-Russischen Naphta-Import-Gesellschaft wurden 3 Petroleumsorten verschiedener Herkunft (aus Nordamerika, Russland und Galizien) einer vergleichenden Untersuchung auf Leuchtkraft (im optischen Laboratorium), Dichte, Entflammung, Gefrierpunkt, fraktionirte Bestandtheile, Zähigkeit, Verhalten gegen Schwefelsäure untersucht. Ein Gleiches geschah mit den Gemischen aus je zwei solchen Oelen; ferner wurden die Gemische auch darauf untersucht, ob beim Lagern wieder eine Trennung in die Bestandtheile

[1]) Vgl. Holborn, *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen.* **41.** *S. 226. 1897.*
[2]) Wiebe, Hebe.
[3]) Wiebe, Hebeler, Hebe.

eintritt. Die Resultate dieser Untersuchungen sind in zwei Gutachten der genannten Gesellschaft mitgetheilt worden, und es steht zu erwarten, dass durch die Einführung des galizischen Petroleums auf den Markt den Monopolbestrebungen der *Standard-Oil-Compagnie* kräftig entgegengewirkt wird.

8. Legirungsringe[1]). An Schwartzkopff'schen Legirungsringen für Dampfkesselsicherheits-Apparate sind 4230 Stück mit Schmelzpunkten zwischen 104° und 193° C. geprüft, gegen 576 Stück im Vorjahr.

9. Verschiedene Arbeiten und Prüfungen[2]). Ausser den bisher aufgeführten Apparaten und Instrumenten etc. sind noch untersucht worden

1 Junkers'sches Kalorimeter durch Bestimmung des Verbrennungswerths von Wasserstoff,
1 Fluthmesser,
1 Thermograph,
2 kurze Schenkel zu Luftthermometern (Inhaltsbestimmung des schädlichen Raumes).

Ferner wurde bestimmt

der Schmelzpunkt von
5 verschiedenen leichtflüssigen Metallgemischen zu Schriftmetall,
das spezifische Gewicht von
2 Sorten rauchschwachen Pulvers und
die spez. Wärme von
4 Sorten Kruppinband.

10. Anderweitige Arbeiten laut Arbeitsplan. Von den Arbeiten des vorjährigen Arbeitsplans konnte nur die Vergleichung mehrerer Quecksilberthermometer aus älteren Glassorten[3]) mit den Normalthermometern aus Glas 16^{III} gefördert, jedoch nicht vollständig zum Abschluss gebracht werden.

Die übrigen Arbeiten mussten wegen Ueberhäufung des Laboratoriums mit laufenden Arbeiten sowie wegen Mangel an Platz und Hülfskräften für später zurückgestellt werden.

Die Arbeiten über den Wärmedurchgang durch Metallplatten sollten nach Beschluss des Kuratoriums vorläufig nicht weitergeführt werden; es sind deshalb hierüber nur noch einige Versuche unter Anwendung der Dubiau'schen Rohrpumpe gemacht worden[4]). Diese Vorrichtung, welche bei Dampfkesseln aller Systeme angebracht werden kann, bewirkt eine lebhaftere Zirkulation des siedenden Wassers und soll dadurch den Wärmedurchgang bedeutend erhöhen (vgl. den Vortrag des Ingenieurs Friedrich Ross, *Elektrotechn. Zeitschr.* **16.** *S. 486. 1895*). Es wurden hier bei 2 verschiedenen Temperaturen mit Benutzung derselben Platte je 2 Versuche, einmal mit und einmal ohne die Dubiau'sche Vorrichtung angestellt. Die Steigerung der Verdampfung (gemessen an der Menge des verdampften Wassers) betrug 5 bis 7%, während bei Versuchen in der Praxis angeblich ein viel grösserer Betrag gefunden worden ist. Es muss hiernach fraglich bleiben, ob der behauptete Vortheil dieser Einrichtung wirklich von Belang ist; freilich ist dabei zu bedenken, dass die Resultate der in kleinen Verhältnissen und unter gewöhnlichem Atmosphärendruck ausgeführten Versuche nicht ohne Weiteres auf die Praxis übertragen werden können.

Für die Bestimmung der spezifischen Wärme von Metallen in höheren Temperaturen ist in der Werkstatt ein Ofen hergestellt worden, der nahezu vollendet ist und sich bei einigen orientirenden Versuchen bis 800° C. gut bewährt hat. Die Arbeiten selbst werden voraussichtlich bald beginnen können.

---

[1]) Hebeler, Hebe.
[2]) Wiebe, Grützmacher, Schwirkus, Hebe.
[3]) Grützmacher.
[4]) Wiebe, Schwirkus.

IV. Optische Arbeiten.

1. Photometrische Prüfungen[1].

Die photometrischen Prüfungen haben auch in dem verflossenen Jahre gegen das vorhergehende zugenommen. Die in der Zeit vom 12. Januar 1896 bis 15. Januar 1897 ausgeführten photometrischen Messungen sind in der folgenden Zusammenstellung enthalten. Es wurden geprüft

74 Hefnerlampen, davon
- 23 mit Visir,
- 38 mit optischem Flammenmesser,
- 1 mit Visir und optischem Flammenmesser,
- 12 mit optischem Flammenmesser und Ersatzdochtrohr;

330 Glühlampen, davon
- 208 bei gegebener Spannung, von diesen 4 in Dauerprüfung mit im Ganzen 2400 Brennstunden,
- 122 bei gegebener Lichtstärke;

6 Bogenlampen;

108 Gasglühlichtkörper, davon
- 61 in Dauerprüfung mit im Ganzen 20 650 Brennstunden,
- 47 in einmaliger Prüfung;

3 Gasglühlichtbrenner besonderer Konstruktion;
2 Zylinderhalter für Gasglühlichtapparate;
1 Armatur für Gasglühlichtapparate;
12 Petroleumproben auf verschiedenen Brennersystemen;
2 Zylinder für Kosmosbrenner;
4 Petroleumlampen mit Brennscheibe;
1 Petroleum-Regenerativ-Lampe;
2 Petroleum-Glühlicht-Lampen;
2 Spiritus-Glühlicht-Lampen;
2 Acetylen-Apparate;
1 Apparat, in welchem eine Mischung von Luft mit Benzin- und Petroleumdämpfen zur Verbrennung gelangt;
14 Gasbrenner;
1 Fettgassorte.

a) Prüfung von Hefnerlampen.

Bekanntlich ist im vorigen Jahre auf einem internationalen Elektriker-Kongress zu Genf die Hefnerlampe als vorläufiges internationales Lichtmaass angenommen worden. Bei der erhöhten Bedeutung, welche die Hefnerlampe dadurch gewinnt, erscheint es angebracht, einiges über die bisherigen Hefnerlampenprüfungen seit Einführung der Beglaubigung mitzutheilen.

Es sind im Ganzen 287 Hefnerlampen beglaubigt worden und zwar davon
- 73 mit Visir,
- 159 mit Krüss'schem Flammenmesser,
- 55 mit beiden.

Daraus scheint hervorzugehen, dass sich der Krüss'sche Flammenmesser im Publikum einer grösseren Beliebtheit erfreut als das Visir. Bei der photometrischen Prüfung zeigten sämmtliche Lampen mit Visir die Leuchtkraft 1, während unter den Lampen mit Krüss'schem Flammenmesser 49 einen um 1 % bezw. 2 % abweichenden Leuchtwerth ergaben. Zur Nachprüfung sind bisher nur 3 Lampen eingesandt worden.

Da der genannte Kongressbeschluss Veranlassung sein dürfte, sich in photometrischen Laboratorien eingehender als bisher mit den Eigenschaften der Hefnerlampe zu beschäftigen, so sollen die bisher zerstreut bekannt gegebenen Untersuchungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt hierüber, insbesondere soweit sie sich auf den Einfluss der Dimensionen und des Brennmaterials auf die Leuchtkraft beziehen, in einer zusammenfassenden Darstellung

[1]) Brodhun, Liebenthal.

veröffentlicht werden. Für diesen Zweck war die Ausführung einiger Kontrol- und Ergänzungsuntersuchungen nothwendig, unter denen die folgenden erwähnt seien. Es wurden Versuche mit zwei Amylacetatproben angestellt, welche mehrere Jahre in verkorkten Flaschen vor dem Fenster gestanden hatten, also allen Witterungseinflüssen, namentlich der direkten Sonnenstrahlung und der Kälte, ausgesetzt waren. Die seit Juni 1891 im Freien stehende Probe I, welche im Laufe der Zeit einen sehr unangenehmen Geruch annahm und stark sauer reagirte, ergab im Januar 1897 eine um 4,3 % zu geringe Lichtstärke. Dieselbe Probe hatte nach etwa einjährigem Stehen eine Lichtschwächung von 1,2 % gezeigt. Die seit Februar 1893 stehende Probe II, welche nur sehr schwach sauer war und keinen auffallenden Geruch aufwies, ergab eine Schwächung der Lichtstärke von 0,7 %.

b) Prüfung von elektrischen Glühlampen, Bogenlampen, Gas-, Petroleumlampen u. dgl.

Der Konkurrenzkampf auf dem Gebiete der Gasglühlicht-Industrie kam auch im verflossenen Jahre bei den Prüfungen der Reichsanstalt deutlich zum Ausdruck. Zu erwähnen ist eine Reihe photometrischer Prüfungen, welche auf Veranlassung des chemischen Laboratoriums des Geheimen Hofraths Professor Dr. Fresenius in Wiesbaden auszuführen waren, und welche mit den Patentprozessen der Auer-Gesellschaft in Zusammenhang stehen.

Unter den übrigen photometrischen Prüfungen sind die Versuche mit zwei Acetylen-Apparaten von verschiedenen Einsendern zu erwähnen. Bei beiden wurde das Acetylen am Ort des Verbrauchs in kleinen Gasometern aus Calciumcarbid erzeugt und unter geringem Druck verbrannt.

2. Bestimmung der mittleren räumlichen Lichtstärke[1]).

Ueber die Lichtvertheilung und Oekonomie der gebräuchlichen Lichtquellen sind im Berichtjahre umfangreichere Untersuchungen angestellt worden, welche demnächst zur Veröffentlichung gelangen werden. Besonderes Interesse haben diese Versuche zur Zeit, soweit sie die Glühlampen betreffen, da man sich in der Elektrotechnik bemüht, einheitliche Bestimmungen über die Fehlergrenzen und Methode der Photometrirung von Glühlampen aufzustellen. Von der Untersuchungsmethode ist zu verlangen, dass sie einfach und schnell auszuführen ist, da jede einzelne Glühlampe photometrirt werden und da bei dem billigen Preise von Glühlampen diese Photometrirung sehr schnell vor sich gehen und durch wenig vorgebildetes Personal geschehen muss. Die Technik führt gewöhnlich nur Messungen senkrecht zur Lampenachse in einer Richtung oder in 2 zu einander senkrechten Richtungen oder in 3 Richtungen (in letzterem Falle in nicht einwandfreier Weise mit Hülfe von 2 Spiegeln) aus. Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt giebt in Prüfungsscheinen gewöhnlich, entsprechend den Verhältnissen, welche bei offen brennenden Lampen gebräuchlich sind, die mittlere Lichtstärke senkrecht zur Lampenachse an, welche sie durch eine einzige Messung mit Hülfe eines rotirenden Spiegels gewinnt. Da dieser Apparat für die Praxis zu komplizirt erscheint, sind neuerdings Versuche mit einem Apparat gemacht worden, bei welchem die Bilder von 10 um etwa 45° gegen die Achse der Glühlampe geneigten unbelegten Spiegelglasscheiben Verwendung finden. Ein Uebelstand bei diesem ist es, dass die Lampe horizontal, statt, wie es in der Technik üblich ist, vertikal hängend photometrirt werden muss.

3. Prüfung von Saccharimetern.

a) Normalbestimmung des Hundertpunkts der Ventzke'schen Skale für Natriumlicht[2]).

α) Abhängigkeit der Drehung von der in der Volumeneinheit der Lichtquelle vorhandenen Natriummenge.

Bei der Bestimmung der etwa 100° betragenden Drehungswinkel von Zuckerlösungen und auch von Quarzplatten wurde die Beobachtung gemacht, dass der mittlere Fehler einer Einstellung am Polarisationsapparat bei eingeschalteter, gefüllter Röhre oder Quarzplatte stets etwa doppelt so gross war als derjenige bei den Nullpunktsbestimmungen. Eine daraufhin angestellte nähere Untersuchung ergab als Grund, dass die Grösse des Drehungswinkels ziemlich stark mit der Helligkeit der Natriumflamme variirte; und zwar nahm ein Drehungswinkel von etwa 100° um etwa 140 Bogensekunden ab, wenn man die Natriumflamme allmählich heller und heller machte. In keiner Weise ändert sich aber hierbei der Nullpunkt des Apparats. Je nachdem man also mit dunklem oder hellem Natriumlicht arbeitet, erhält man z. B. als Drehungswinkel für 1 *mm* Quarz bei 20° die Werthe 21,726° oder 21,717°, wobei aber diese beiden Werthe noch nicht die äussersten erreichbaren Grenzen sein dürften.

---

[1]) Brodhun, Liebenthal.

[2]) Schönrock.

Da das in den Lippich'schen Halbschattenapparat gelangende Natriumlicht aus dem Licht der beiden *D*-Linien und einer verschwindenden Menge von Licht benachbarter Wellenlängen besteht, so beziehen sich die Drehungswinkel auf eine Wellenlänge, welche dem optischen Schwerpunkt der beiden *D*-Linien entspricht. Da ferner bei einem 1 *mm* dicken Quarz der Drehungsunterschied für die beiden *D*-Linien 0,044° beträgt, so muss sich der optische Schwerpunkt nach den obigen Zahlen mit zunehmender Helligkeit um ein Fünftel des Abstandes der beiden *D*-Linien nach dem rothen Ende des Spektrums hin verschieben. Mit Hülfe eines vor der Beleuchtungslinse des Apparats eingeschalteten Nicol'schen Prismas konnte man beweisen, dass sich bei unverändert gelassener Emission der Lichtquelle die Wellenlänge des optischen Schwerpunkts nicht mit der Lichtintensität ändert[1]). Es folgt also, dass die Verschiebung des optischen Schwerpunkts durch die Aenderung der Dichte des in der Flamme enthaltenen Natriumdampfes verursacht wird[2]). Die Verschiebung der mittleren Wellenlänge des Natriumlichts wird wohl nicht nur durch die asymmetrische Verbreiterung der Linie D_1 verursacht werden, sondern auch durch eine Aenderung im Helligkeitsverhältniss der beiden *D*-Linien zu einander. Da Ebert, Kayser und Runge auch für sehr viele Linien in den Spektren der Alkalien eine asymmetrische Verbreiterung mit zunehmender Dampfdichte konstatirt haben, und da auch die Quecksilber- und Wasserstofflinien sich mehr oder minder einseitig verbreitern, so folgt aus dem allen, dass bei der heutigen Empfindlichkeit der polaristrobometrischen Methoden im Falle absoluter Drehungsbestimmungen die Emission der Lichtquelle konstant zu erhalten und die entsprechende Wellenlänge schon sehr genau zu definiren oder zu ermitteln ist, wenn die Messungen verschiedener Beobachter miteinander vergleichbar sein sollen.

Da es in der Saccharimetrie immer nur auf das Verhältniss der Drehungen von Quarz zu Zucker ankommt, so ist die Bestimmung des Hundertpunkts der Ventzke'schen Skale unabhängig von der Aenderung in der Wellenlänge des Natriumlichts, wofern man nur die Versuchsbedingungen bei den relativen Messungen beider Drehungen konstant erhält. Dies lässt sich aber in genügender Weise erreichen, wenn man die Helligkeit des Gesichtsfeldes stets möglichst gleich gross wählt; man kann dann bei Ausführung längerer Untersuchungsreihen die mittlere Wellenlänge bis auf etwa ± 0,005 $\mu\mu$ konstant halten. Diese Verhältnisse sind bei Beurtheilung der im Folgenden angegebenen Genauigkeit, die bei der Bestimmung der spezifischen Drehung des Rohrzuckers erreicht worden ist, zu berücksichtigen.

β) Angaben über die erreichte Genauigkeit bei der Bestimmung der spezifischen Drehung des Rohrzuckers.

Wie im letzten Bericht auseinandergesetzt worden ist, sollte zunächst behufs Ermittelung des alten Hundertpunkts der Ventzke'schen Skale bei 17,5° für Natriumlicht die spezifische Drehung [α] einer Rohrzuckerlösung bestimmt werden, die bei 17,5° in 100 wahren *ccm* (1 *ccm* = Volumen von 1 *g* Wasser bei 4°) 26,003 *g* Rohrzucker (wirkliche Masse) enthält.

Zunächst machte eine scheinbare geringe Zunahme der Drehung einer und derselben Zuckerlösung mit der Zeit einige Schwierigkeit, welche sich erst dann löste, als man dem Verschluss der Röhre eine über die gewöhnlichen Vorsichtsmassregeln weit hinübergreifende Aufmerksamkeit zuwandte. Die Schwierigkeit, ein Verdunsten des Wassers aus der in der Polarisationsröhre enthaltenen Zuckerlösung, zumal bei Temperaturänderungen zwischen 12° und 25°, vollkommen zu verhindern, ist viel grösser, als man gewöhnlich annimmt. Da die Röhre etwa 73 *g* Lösung enthält, so ändert das Verdunsten von 1 *mg* Wasser die Drehung α um beiläufig $^1/_{60000}$ ihres Werthes. Das Verdunsten liess sich erst dann bis auf 1 *cg* und weniger reduziren, als man folgendermaassen verfuhr. Die Deckgläschen werden nicht

---

[1]) Es ist dies in vollkommener Uebereinstimmung mit den nach ganz anderen Methoden erhaltenen Resultaten von Lippich und Ebert.

[2]) Ebert hat mittels der Methode der hohen Interferenzen sowohl für Natriumlicht als auch für das homogene Licht verschiedener anderen Wellenlängen gezeigt, dass die Verschiebung der mittleren Wellenlänge wesentlich nur durch die Vermehrung der Dampfmenge hervorgerufen wird und nicht etwa durch Aenderungen in der Dicke der strahlenden Schicht oder in der Temperatur der Lichtquelle oder in den sich in der Flamme abspielenden chemischen Prozessen.

wie gewöhnlich durch übergeschraubte Deckel gegen die Röhre gepresst, sondern mit gerade im Erstarren befindlichem Klebwachs angekittet, doch so, dass sie direkt mit den Endflächen der Glasröhre in Berührung bleiben; die in Rechnung zu setzende Verschiebung des Nullpunktes durch die leere Röhre betrug dann nie mehr als ± 30″. Die Füllung der Röhre geschieht durch eine seitliche Oeffnung, die mit einem geschliffenen Glasstöpsel verschlossen werden kann, durch welchen ein Thermometer in das Innere der Lösung hineinragt. Die nunmehr noch eintretende Verdunstung liess sich auf ± 1 *mg* ermitteln. So liess sich in einem Falle für die eine Sorte von Zucker nachweisen, dass sich die spezifische Drehung in einem Zeitraume von sieben Tagen noch nicht um $^1/_{60000}$ ihres Betrages geändert hatte; in den meisten Fällen trat aber schon nach etwa vier Tagen Pilzbildung in der Röhre ein, sodass dann die Versuche abgebrochen werden mussten. Was die Genauigkeit betrifft, mit der sich nunmehr die spezifische Drehung einer vorgelegten Sorte Zucker ermitteln lässt, so kann man selbst bei Herstellung nur einer Lösung und unter Anrechnung aller systematischen Fehler die spezifische Drehung des betreffenden Zuckers bis auf $^1/_{6000}$ ihres Betrages sicher ermitteln; dies ist aber eine Genauigkeit, die zur Festlegung des Hundertpunkts der Ventzke'schen Skale vollkommen hinreicht.

γ) Abhängigkeit der spezifischen Drehung von der Temperatur.

Es ist unbedingt erforderlich, regelmässige Wägungen der gefüllten Polarisationsröhre auszuführen, um Gewissheit über die erlangten Resultate zu haben; da nun wegen dieser Wägungen eine Wasserspülung zum Konstanthalten der Temperatur nicht angewendet werden kann, so entstand die Forderung, sich über eine etwaige Abhängigkeit der spezifischen Drehung $[\alpha]$ von der Temperatur t Gewissheit zu verschaffen. Bisher wurde stets angenommen, dass $[\alpha]$ gar nicht oder in ausserordentlich geringem Maasse mit t variirt, eine Annahme, die sich auf die Beobachtungen von Tuchschmid, Seyffart und Andrews stützte. Das Vertrauen zu diesen Beobachtungen wurde aber bereits bei den im vorigen Bericht erwähnten Vorarbeiten mit einem Saccharimeter erschüttert, weil in die bei Zimmertemperatur zwischen 18° und 20° erhaltenen Resultate nur dann Uebereinstimmung zu bringen war, wenn man etwa $\frac{d[\alpha]}{dt} = -0{,}02$ setzte. Dass dieser Werth von der richtigen Grössenordnung war, beweisen die bisher zwischen 12° und 25° untersuchten zehn Zuckerlösungen, welche für $\frac{d[\alpha]}{dt}$ Werthe ergaben, die ausnahmslos zwischen den Grenzen $-0{,}0151$ und $-0{,}0132$ liegen, im Mittel $\frac{d[\alpha]}{dt} = -0{,}0144$. Nimmt also die Temperatur der Zuckerlösung zu, so nimmt der Drehungswinkel ab, erstens weil die Konzentration der Lösung wegen der Volumenvergrösserung abnimmt, und ausserdem noch, weil die spezifische Drehung kleiner wird. Da der zweite Betrag $^3/_4$ des ersteren beträgt, so darf man da, wo man die Konzentrationsänderungen in Rechnung zieht, auch die Aenderungen in der spezifischen Drehung keineswegs vernachlässigen.

δ) Spezifische Drehung verschiedener Zuckersorten.

Bisher konnten erst zwei von der Firma Kahlbaum gelieferte und aus indischem Rohrzucker gewonnene Saccharoseproben, die ausser einer vollkommenen Trocknung keiner weiteren Reinigung unterzogen worden sind, einer genaueren Untersuchung unterworfen werden. Für die eine dieser Zuckerproben lieferten drei verschiedene Lösungen die Werthe $[\alpha]_{17,5^0} = 66{,}292$; $66{,}298$; $66{,}295$, sodass für diese Zuckersorte $[\alpha]_{17,5^0} = 66{,}295 \pm 0{,}003$ ist; und zwar blieb die spezifische Drehung tagelang konstant, bis Pilzbildung eintrat, welche die spezifische Drehung verringert. Ganz andere Resultate erhielt man mit der zweiten Zuckersorte; verschiedene Lösungen ergaben Werthe für $[\alpha]$, die zwischen 66,382 und 66,488 schwankten, also um Grössen differiren, die völlig ausserhalb der Beobachtungsfehler liegen; und zwar erhielt man diese Werthe, wenn die Lösungen 1 bis 3 Stunden nach ihrer Herstellung polarisirt wurden. Andernfalls wuchs, ohne dass eine Verdunstung eingetreten war, die spezifische Drehung mit der Zeit um Beträge bis zu 0,044. Gründe für diese Erscheinungen können zur Zeit noch nicht mit Sicherheit angegeben werden. Sowohl diese beiden Zuckersorten als auch noch andere sollen nunmehr, eventuell in Gemeinschaft mit dem chemischen Laboratorium, systematischen Untersuchungen unterzogen werden, um Ge-

wissheit darüber zu erlangen, in wie weit man von einer Konstanz der spezifischen Drehung für Zucker sprechen darf.

b) Bau eines für die Reichsanstalt bestimmten Saccharimeters und Beschaffung eines Quarzplattensatzes zur Prüfung von Saccharimetern[1]).

Nach Abschluss der Bestimmungen der spezifischen Drehung des Rohrzuckers für Natriumlicht bedarf man eines Saccharimeters, um den Uebergang von Natriumlicht auf weisses Licht vollziehen zu können. Es wurden deshalb bereits im Allgemeinen die Pläne für den Bau eines solchen Saccharimeters entworfen, besonders mit Rücksicht darauf, dass der korrekte Strahlengang durch den Apparat auch dann erhalten bleibt, wenn man die langen mit Zuckerlösungen gefüllten Röhren in den Apparat einschaltet. Ferner bemühte man sich, in den Besitz eines optisch reinen Quarzkeils, des wichtigsten optischen Theils eines Saccharimeters, zu kommen, doch leider bis jetzt ohne Erfolg, obwohl bereits 13 ausgewählte Quarzkeile leihweise beschafft und untersucht worden sind. Als die empfindlichste Methode zur Prüfung von Quarzkeilen auf ihre optische Reinheit wurde endlich nach vielen Versuchen die folgende ausgearbeitet. Man stellt den Halbschatten eines mit weissem Licht beleuchteten Lippich'schen Halbschattenapparats auf Null und den Analysator auf grösste Dunkelheit des Gesichtsfeldes. Dann bringt man die zu prüfenden Quarzkeile an das Polarisator-Diaphragma und kompensirt dieselben durch eine entsprechend dicke Quarzplatte am Analysator-Diaphragma, was mit Hülfe einer Keilkompensation leicht möglich ist. Visirt man nun mit dem Fernrohr das Polarisator-Diaphragma scharf an, so erkennt man mit grösster Deutlichkeit alle schlechten Stellen der dort befindlichen Quarzkeile.

Nach derselben Methode wurden auf optische Reinheit auch die leihweise beschafften Quarzplatten untersucht, welche zur Herstellung eines Quarzplattensatzes zur Prüfung von Saccharimetern Verwendung finden sollten. Aber alle bisher zur Ansicht gelieferten Quarzplatten erwiesen sich gleichfalls als nicht vollkommen optisch rein.

4. Brennweiten-Bestimmungen[2]).

Mit dem Bamberg'schen Brennweitenbestimmungsapparat für grosse Objektive wurde an dem im vorigen Bericht erwähnten Objektive untersucht, ob bei einer Temperaturdifferenz von etwa 30° sich eine Aenderung der Brennweite nachweisen lässt. Zu dem Zwecke wurde der Apparat erstens im Sommer in einem Zimmer aufgestellt, in welchem dauernd ein Gasofen brannte und dadurch eine Temperatur von 30° bis 35° C. erzielt wurde, und zweitens im Winter in einem Zimmer mit bei Tag und Nacht geöffneten Fenstern. Die Versuche sind noch nicht abgeschlossen.

V. Chemische Arbeiten.

1. Versuche über Stahl[3]).

Nach den neuesten Versuchen von Moissan und seinen Schülern, welche im Stahl Diamanten aufgefunden haben, konnte es scheinen, als ob die früher von R. S. Marsden aufgestellte Theorie, nach welcher die mechanischen Eigenschaften des gehärteten Stahls durch die Anwesenheit kleiner Diamanten bedingt seien, experimentelle Unterlagen habe. Die Menge der aus dem Stahl isolirbaren Diamanten ist indess viel zu klein (höchstens $^1/_{1000}$ Prozent), als dass sie der Träger für die Härte des Materials sein könnte; eine Auflösung des Diamantstaubes während der Isolationsversuche erscheint wegen seiner Indifferenz gegen Chemikalien ausgeschlossen. Da aber andererseits das aus dem *geglühten* Stahl isolirbare Karbid Fe_3C nicht den genügenden Härtegrad besitzt, so bleibt nur die Annahme übrig, dass die Ursache der Härte des Stahls anderweitige Karbidsubstanzen sind, welche hinsichtlich ihrer Härte dem Diamant nahestehen und welche durch chemische Reaktionen aus der Substanz Fe_3C hervorgehen können.

Ueber derartige harte Eisenkarbide existiren in der Literatur die verschiedensten Angaben, nach welchen ein Kohlenstoffatom im Stande sein soll, 4 bis 24 Eisenatome zu fixiren.

Die Entscheidung dieser Frage wurde von dem chemischen Laboratorium der Reichsanstalt auf zwei Weisen versucht, nämlich A) durch das Studium der Veränderungen des Eisenkarbids Fe_3C; B) durch analytische Trennung der Bestandtheile harten Stahls.

[1]) Brodhun, Schönrock.
[2]) Lummer, Brodhun.
[3]) Mylius, von Wrochem.

A) Das Eisenkarbid Fe_3C kann man bis jetzt nur auf analytischem Wege durch mühsame Extraktion von geglühtem Stahl gewinnen, wobei die Substanz entweder pyrophorisch oder nicht pyrophorisch zurückbleibt.

Es wäre ein grosser Gewinn, wenn es gelänge, die Substanz Fe_3C im Zustande der Reinheit synthetisch zu erzeugen; Versuche nach dieser Richtung sind begonnen worden, haben aber noch nicht zu dem gewünschten Ergebniss geführt.

Nachdem durch frühere Versuche festgestellt worden ist (vgl. Anh. Nr. 28), dass das Eisenkarbid bei hoher Temperatur in Kohle und kohlenstoffärmeres Eisen zerlegbar ist, war die Ermittelung der Schmelztemperatur Gegenstand der Beobachtungen. Da dieselben aber durch die Gegenwart der nichtmetallischen Verunreinigungen wie Kieselsäure, Eisensulfid und -phosphid, welche das Zusammenfliessen der schmelzenden Theilchen verhindern, erschwert werden, so hat bis jetzt nur festgestellt werden können, dass die bekannten Rekaleszenzerscheinungen des Stahls zwischen 650° und 800° mit dem *Schmelzen* des Karbids in keinem Zusammenhange stehen, da dasselbe erst jenseits 1000° erfolgt. Durch die Fortführung der Schmelzversuche wird man Näheres über die Bestandtheile erfahren, welche bei dem Zerfall des Eisenkarbids zur Abscheidung gelangen, besonders über die Zusammensetzung und die Eigenschaften des bei der Schmelztemperatur erzeugten Eisenregulus.

B) Wahrscheinlich sind die Bestandtheile des gehärteten Stahls zum Theil identisch mit denjenigen, welche sich, gröber krystallisirt, im *gegossenen*, schnell abgekühlten Stahl vorfinden; die Extraktionsversuche sind daher zunächst mit diesem Material begonnen worden. Bei den Schmelzoperationen haben sich die kleinen Retorten aus einer kürzlich von Hrn. Pukall zusammengesetzten Porzellanmasse noch besser bewährt, als die frühere „Hecht'sche Masse".

Es konnte jetzt von der schon früher mitgetheilten Beobachtung Gebrauch gemacht werden, dass man verschiedene Extraktionsrückstände erhält, je nachdem man verdünnte *Schwefelsäure* oder *Salzsäure* auf den gegossenen Stahl wirken lässt. Im ersteren Falle werden alle Bestandtheile desselben mit Ausnahme der geringen Menge des vorhandenen Karbids Fe_3C aufgelöst; im letzteren Fall (mit Salzsäure) ist der Angriff wesentlich geringer und erstreckt sich namentlich auf die vorhandenen Eisenkrystalle; es hinterbleiben poröse Karbidmassen, welche feste Krystallskelette darstellen; dieselben enthalten beträchtlich weniger Kohlenstoff als die Substanz Fe_3C und sind von dieser wesentlich verschieden. Ob hier eine einheitliche chemische Verbindung vorliegt, müssen weitere Versuche entscheiden. Da ganz ähnliche Erfahrungen auch mit dem *gehärteten* Stahl gemacht worden sind, so ist die Annahme unhaltbar, dass der Kohlenstoff in der Masse des gehärteten Stahls gleichmässig vertheilt, also in fester Lösung vorhanden sei.

2. Flüchtige Produkte aus Stahl und verdünnten Säuren[1].

In der gedruckt vorliegenden Mittheilung von Mylius, Foerster und Schoene über das Karbid des geglühten Stahls wurde die Ansicht begründet, dass bei der Einwirkung von verdünnten Säuren auf das Karbid der grösste Theil des Kohlenstoffs in ölartige Kohlenwasserstoffe übergeht, welche ähnlich dem Petroleum ein Gemisch vieler chemischer Individuen darstellen. Die weitere Trennung derselben würde sich indessen wohl kaum lohnen.

Der häufig bei dem Auflösen von Eisen beobachtete „knoblauchartige Geruch" rührt nicht von Kohlenwasserstoffen her. Neben merkaptanartigen Stoffen ist es besonders eine phosphorhaltige Substanz, welche diesen Geruch bedingt. Versuche, diese Substanz zu isoliren, haben bisher keinen Erfolg gehabt; es wurde nur festgestellt, dass dieselbe einen schwach basischen Charakter hat, aus der sauren Eisenlösung durch Natronlauge in Freiheit gesetzt wird und durch Eisenchlorürlösung wieder absorbirbar ist. Durch diese Eigenschaft unterscheidet sich der Körper ebenso wie durch seinen Geruch vom gasförmigen Phosphorwasserstoff.

3. und 4. Oberflächenschichten von Zink und Silber[2].

Die Arbeiten über das Zink haben zu einer Mittheilung (vgl. Anh. Nr. 29) geführt, in welcher der Einfluss des verunreinigenden Bleies auf die Korrosionserscheinungen des Metalls näher besprochen wird.

[1]) Funk, von Wrochem.

[2]) Mylius, Funk.

Das darin erwähnte *Unterfressen der Oberflächenschicht* gewalzter Bleche ist auch bei dem Silber etwas weiter verfolgt worden. Das angewandte Silber enthielt grösstentheils eine Spur Gold, welche aber nicht ausreicht, die auffällige Erscheinung zu erklären; dieselbe scheint vielmehr bedingt zu werden durch minimale Mengen von Fett, welches bis zu bestimmter Tiefe in das Metall eingewalzt worden ist und demselben nicht mehr durch Lösungsmittel entzogen werden kann.

5. Löslichkeit von Salzen in Wasser[1]).

Die Löslichkeit folgender Salze in Wasser von 18° wurde zugleich mit den spezifischen Gewichten der gesättigten Lösungen bestimmt: Lithium-chlorat, -bromat, -jodat, -chromat, -fluorid, Natrium-chromat, -fluorid, Kaliumfluorid, Magnesium-bromid, -jodid, -chlorat, -chromat, -nitrat, Calciumchlorat, Strontiumchlorat, Bleichlorat, Zink-bromid, -jodid, -nitrat, -chlorat.

Die Nothwendigkeit, bei diesen Versuchen den Krystallisationszustand zu beachten, führte zu einigen neuen Beobachtungen über Modifikationen der Krystalle durch die Temperatur.

6. Löslichkeit von Cadmiumsulfat[2]).

Wegen der Verwendung zu den von Weston eingeführten Normalelementen musste dem Cadmiumsulfat ein besonderes Studium gewidmet werden.

Nach Étard's Angaben wächst die Löslichkeit dieses Salzes erheblich mit der Temperatur (und zwar dieser proportional) bis 68°, von wo ein steiler Abfall der Kurve erfolgt.

Nach den Versuchen der Reichsanstalt liegt ein scharf ausgesprochenes Maximum der Löslichkeit bei 74°; dasselbe ist bedingt durch den Uebergang des gewöhnlichen Salzes $3\,CdSO_4 + 8\,H_2O$ zu dem Salz $CdSO_4 + H_2O$. Von 0° bis 74° nimmt die Löslichkeit des ersteren Salzes nur wenig zu (von 0° bis 30° schwankt die Konzentration nur von 43,0 bis 43,8 % der Lösung). Unterhalb 0° wird die Löslichkeit des Cadmiumsulfats modifizirt durch die Existenz eines bisher noch nicht beobachteten krystallisirten Hydrates von der Formel $CdSO_4 + 7\,H_2O$, welches die Zugehörigkeit des Cadmiums zur Eisen-Zinkgruppe erkennen lässt. Bei — 17° erhält man das „Kryohydrat“ dieses Salzes; bei — 16° ist die Löslichkeit des letzteren nur wenig grösser als die für das gewöhnliche Hydrat oben angeführte; sie nimmt aber mit wachsender Temperatur stark zu, sodass die Lösung bei 0° über 50 % Cadmiumsulfat enthält; sie ist also hier für das gewöhnliche Hydrat übersättigt. Das abfiltrirte Salz $CdSO_4 + 7\,H_2O$ geht im feuchten Zustande bei etwa + 4° unter Wasserabgabe in die gewöhnliche Modifikation über; bei Gegenwart kleiner Mengen der letzteren kann dieser Uebergang auch unterhalb 0° stattfinden, doch verliert sich die Neigung dazu um so mehr, je tiefer die Temperatur ist.

Das Bereich der Verbindung mit 7 Mol. Wasser wird also einerseits von der Temperatur des „Kryohydrats“ (— 17°), andererseits von der Schmelztemperatur des isolirten Salzes begrenzt, welche vermuthlich zwischen + 4° und 10° liegt.

Das krystallisirte Cadmiumsulfat ist jetzt genauer bekannt mit einem Gehalt von 0, 1, $^8/_3$ und 7 Molekülen Wasser. Ob zwischen den beiden letztgenannten Formen noch ein Hydrat existirt, erscheint zweifelhaft; durch Zusammenkrystallisiren mit Mangansulfat können Mischkrystalle erzeugt werden, welche 4 Mol. Wasser enthalten; es hat aber nicht gelingen wollen, Krystalle des reinen Cadmiumsalzes mit diesem Wassergehalt zu erzeugen.

7. Bestimmung der spezifischen Gewichte von Kali- und Natronlauge[3]).

Einem von Wissenschaft und Technik anerkannten Bedürfniss entprechend ist eine Revision der Tabellen begonnen worden, welche zum Vergleiche der spezifischen Gewichte von Kalilauge und Natronlauge mit ihren Konzentrationen dienen.

Die Berührung der Alkalilaugen mit Glas und mit kohlensäurehaltiger Luft soll dabei möglichst vermieden werden.

Den Beobachtungen wird die Temperatur 18° C. zu Grunde gelegt, weil die in der technischen Chemie vielfach gebräuchliche Temperatur 15° unbequem niedrig ist.

---

[1]) Mylius, Funk.

[2]) Mylius, Funk.

[3]) Dietz.

VI. Arbeiten der Werkstatt.

1. Mechanische Arbeiten[1].

Im vergangenen Jahre sind bei der Werkstatt 333 Bestellungen für die verschiedenen Laboratorien der Reichsanstalt eingegangen, die bis auf 20 erledigt worden sind.

An grösseren Arbeiten wurden ausgeführt

2 Stromwender,
1 Kalorimeter,
3 doppelpolige Umschalter für zwei Stromkreise,
2 doppelpolige Umschalter für vier Stromkreise,
2 grosse Quecksilberumschalter,
1 grosser Regulirwiderstand für das Aichzimmer,
1 Beobachtungsfernrohr.

Mit Beglaubigungsstempel wurden versehen

29 Stimmgabeln,
20 Bolzen und Gewinde,
71 Hefnerlampen,
55 Streifen und Stäbe, welche aus verschiedenen Stahl- und Eisensorten zu magnetischen Untersuchungen in der Werkstatt bearbeitet wurden.

2. Versuchswerkstatt[2].

Die Thätigkeit der Versuchswerkstatt bestand im vergangenen Jahre hauptsächlich in der Betheiligung an den Arbeiten des Laboratoriums für Wärme und Druck (Prüfung der Thermoelemente aus Pt-PtRh, kalorimetrische Untersuchungen u. s. w.).

Ausserdem führte die Versuchswerkstatt die im Bericht des präzisionsmechanischen Laboratoriums erwähnten Härtungen von Stahl-Endmaassen unter Ausschluss der atmosphärischen Luft (Glühen in Wasserstoff), sowie verschiedene Güsse von Probe-Legirungen aus und betheiligte sich an den vom chemischen Laboratorium unternommenen Bestimmungen der Schmelzpunkte von Eisenkarbiden.

Der Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.
(gez.) Kohlrausch.

Anhang.

Veröffentlichungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in der Zeit vom 1. Februar 1896 bis 31. Januar 1897.

Abtheilung I.

A. Amtliche Veröffentlichungen.

1. Thiesen, Scheel und Diesselhorst, Ueber eine absolute Bestimmung der Ausdehnung des Wassers. *Wied. Ann.* **60.** *S. 340. 1897.*

2. Scheel, Tafeln zur Reduktion der Ablesungen an Quecksilberthermometern aus *verre dur* und den Jenaer Gläsern 16^{III} und 59^{III} auf die Wasserstoffskale. *Wied. Ann.* **58.** *S. 168. 1896.*

3. Holborn, Ueber pyrometrische Messungen mit dem Le Chatelier'schen Thermoelemente. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen.* **41.** *S. 226. 1897.*

4. Holborn und Wien, Ueber die Messung tiefer Temperaturen. *Sitz.-Ber. d. Berl. Akad. 1896. S. 673; Wied. Ann.* **59.** *S. 213. 1896.*

5. Kohlrausch, Ueber ein Thermometer für sehr tiefe Temperaturen und über die Wärmeausdehnung des Petroläthers. *Wied. Ann.* **60.** *S. 463. 1897.*

6. Kahle, Das Helmholtz'sche absolute Elektrodynamometer und eine Anwendung desselben zur Messung der Spannung des Clarkelementes. *Wied. Ann.* **59.** *S. 582. 1896*; vgl. auch *diese Zeitschr.* **17.** *S. 97. 1897.*

[1]) von Liechtenstein.
[2]) Schwirkus.

7. Jaeger und Wachsmuth, Das Cadmium-Normalelement. *Wied. Ann.* **59.** *S. 575. 1896.*
8. Kohlrausch, Ueber platinirte Elektroden und Widerstandsbestimmung. *Wied. Ann.* **60.** *S. 315. 1897.*
9. Holborn, Ueber den zeitlichen Verlauf der magnetischen Induktion. *Sitz.-Ber. d. Berl. Akad. 1896. S. 173.*
10. Lummer und Brodhun, Photometrische Untersuchungen. VI. Verwendung des Talbot'schen Gesetzes in der Photometrie. *Diese Zeitschr.* **16.** *S. 299. 1896.*

B. Private Veröffentlichungen unter Benutzung von amtlichem Material.

11. Kurlbaum und Wien, Bearbeitung des physikalischen Theils der „Versuche zur Feststellung der Verwerthbarkeit Röntgen'scher Strahlen für militärisch-chirurgische Zwecke“. Mitgetheilt von der Medizinal-Abtheilung des Königlich Preussischen Kriegsministeriums. Berlin 1896.

C. Sonstige private Veröffentlichungen.

12. Scheel, Die Berliner Gewerbe-Ausstellung 1896: Thermometer. Meteorologische Instrumente. Waagen und Gewichte. *Vbl. d. Deutsch. Ges. f. Mech. u. Opt. 1896. S. 110, 121, 129.*
13. Derselbe, Thermometer und Barometer auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung 1896: *Zeitschr. f. die Glasinstrumenten-Industrie* **6.** *S. 3. 1896.*
14. Derselbe, Ueber Theilmaschinen der Firma Sommer & Runge. *Diese Zeitschr.* **16.** *S. 321. 1896.*
15. Lummer, Wissenschaftliche Vorführungen bei dem 50-jährigen Stiftungsfeste der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin. *Vbl. d. Deutsch. Ges. f. Mech. u. Opt. 1896. S. 25.*
16. Gumlich, Ein neuer Polarisationsapparat von H. Heele. *Diese Zeitschr.* **16.** *S. 269. 1896.*
17. Derselbe, Die Berliner Gewerbe-Ausstellung 1896: Polarisationsapparate und Saccharimeter mit Zubehör. *Vbl. d. Deutsch. Ges. f. Mech. u. Opt. 1896. S. 141 u. 149.*
18. Derselbe, Besprechung der optischen Instrumente auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung in dem offiziellen Werke: „Berlin und seine Arbeit im Jahre 1896“. (Im Druck.)
19. Orlich, Ueber die Polarisationskapazität von Quecksilberelektroden. Inaug.-Dissert. Berlin 1896.
20. Diesselhorst, Ueber das Potential von Kreisströmen. Inaug.-Dissert. Berlin 1896.

Abtheilung II.

A. Amtliche Veröffentlichungen.

21. Lindeck, Ueber die elektrische Leitungsfähigkeit von Zement und Beton. *Elektrot. Zeitschr.* **17.** *S. 180. 1896.*
22. Derselbe, Ueber eine Vergleichung der Widerstandsnormale der „British Association“ mit denen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. *Diese Zeitschr.* **16.** *S. 272. 1896.*
23. Ebeling und Schmidt, Ueber magnetische Ungleichmässigkeit und das Ausglühen von Eisen und Stahl. *Diese Zeitschr.* **16.** *S. 77. 1896;* Auszug in *Wied. Ann.* **58.** *S. 330. 1896.*
24. Ebeling, Prüfung der magnetischen Homogenität von Eisen- und Stahlstäben mittels der elektrischen Leitungsfähigkeit. *Diese Zeitschr.* **16.** *S. 87. 1896;* vgl. auch *Wied. Ann.* **58.** *S. 342. 1896.*
25. Ebeling und Schmidt, Untersuchungen über die du Bois'sche magnetische Waage. *Diese Zeitschr.* **16.** *S. 353. 1896.*
26. Siehe Nr. 10.
27. Brodhun, Vorrichtung zum Ablesen einer rotirenden Theilung. *Diese Zeitschr.* **17.** *S. 10. 1897.*

28. Mylius, Foerster und Schoene, Untersuchungen über den Stahl. I. Das Karbid des geglühten Stahls. *Zeitschr. f. anorgan. Chem.* **13.** *S. 38. 1896*; Auszug in *Ber. d. deutsch. Chem. Ges.* **29.** *S. 2991. 1896.*
29. Mylius und Funk, Korrosionserscheinungen an Zinkplatten. *Zeitschr. f. anorgan. Chem.* **13.** *S. 151. 1896.*
30. Dieselben, Notiz über die elektrolytische Reinigung des Cadmiums. *Zeitschr. f. anorgan. Chem.* **13.** *S. 157. 1896.*

B. Private Veröffentlichungen unter Benutzung von amtlichem Material.

31. Leman, Ueber die Einrichtung und den Gebrauch von Präzisionsmaassstäben. Vortrag gehalten im Verein zur Beförderung des Gewerbfleisses am 13. April 1896. *Sitz.-Ber. des Ver. z. Bef. d. Gewfl. 1896. S. 113.*
32. Göpel, Ueber die Prüfung und Untersuchung von Umdrehungszählern nach Dr. O. Braun. Inaug.-Dissert. Tübingen 1896.
33. Ebeling, Ueber die magnetischen Arbeiten der II. Abtheilung der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Vortrag gehalten bei Gelegenheit der 4. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker. *Elektrot. Zeitschr.* **17.** *S. 535. 1896.*
34. Grützmacher, Ueber die Beziehung der Angaben des Luftthermometers zu denen des Wasserstoffthermometers. *Zeitschr. f. die Glasinstrumenten-Industrie* **5.** *S. 108. 1896.*
35. Derselbe, Ueber Thermometer mit variabler Quecksilberfüllung. *Diese Zeitschr.* **16.** *S. 171. 1896*; Nachtrag zu vorstehender Abhandlung. *Ebenda* **16.** *S. 200. 1897.*
    Beide Abhandlungen ausserdem abgedruckt in der *Zeitschr. f. die Glasinstrumenten-Industrie* **5.** *S. 121 u. 137. 1896.*

C. Sonstige private Veröffentlichungen.

36. Blaschke, Die Berliner Gewerbe-Ausstellung 1896: Historische Entwickelung und Organisation. *Vbl. d. Deutsch. Ges. f. Mech. u. Opt. 1896. S. 69.*
37. Göpel, Die Berliner Gewerbe-Ausstellung 1896: Werkzeuge und Werkzeugmaschinen. *Vbl. d. Deutsch. Ges. f. Mech. u. Opt. 1896. S. 78, 85, 104.*
38. Lindeck, Die Berliner Gewerbe-Ausstellung 1896: Elektrische Messinstrumente. *Vbl. d. Deutsch. Ges. f. Mech. u. Opt. 1896. S. 212.*
39. Brodhun, Die Berliner Gewerbe-Ausstellung 1896: Optische Apparate. *Vbl. d. Deutsch. Ges. f. Mech. u. Opt. 1896. S. 175.*

Referate.

Libellenquadrant von Butenschön.

Den bereits zahlreichen Instrumenten zur Freihand-Höhenwinkelmessung hat vor einigen Jahren G. Butenschön in Bahrenfeld bei Hamburg einen weitern „Libellenquadranten“ beigefügt (D.R.P. Nr. 76668), den ich in der Anwendung so bequem und so genau finde, dass mir hier einige Worte darüber am Platz zu sein scheinen. Die Konstruktion beruht auf dem bekannten, auch sonst in England, Amerika und Deutschland schon oft verwendeten Prinzip, bei Freihand-Nivellirinstrumenten und Freihand-Höhenwinkelmessern die Blase der (im letzten Fall auf dem Alhidadenarm befestigten) Libelle im Gesichtsfeld des Fernrohrs durch einen kleinen, im Fernrohr unter 45° gegen die Zielung sitzenden Spiegel sichtbar zu machen, sodass man gleichzeitig mit dem Anzielen des Punktes, nach dem der Höhenwinkel gemessen werden soll, das Blasenbild durch den Horizontalfaden halbiren lassen kann. Die Anordnung ist also wesentlich dieselbe wie bei Butenschön's u. A. Freihand-Nivellirinstrumenten (vgl. *diese Zeitschr.* **13.** *S. 350. 1893*); das hier etwas näher beschriebene neuere Instrument für beliebige Höhenwinkel ist ebenfalls in *dieser Zeitschr.* **15.** *S. 152. 1895* schon kurz erwähnt. Mit

dem vor Kurzem in den Besitz der Technischen Hochschule Stuttgart gelangten Instrument (Nr. 10) von 9 *cm* Theilungshalbmesser (Lesung am Nonius 2′) und mit etwa 2′-Libelle habe ich eine grössere Zahl von terrestrischen Höhenwinkeln (je mit 5-maliger Wiederholung) gemessen. Aus allen Messungen ergiebt sich als m. F. eines Höhenwinkels (bei Tag) ± 3′, ein gewiss günstiges Resultat. Aus einer grössern Zahl von Zirkummeridianhöhen der Sonne und von Kulminationshöhen heller Sterne ergab sich ferner, dass mein Instrument zwischen 10° und 70° Ablesung keiner bei der 2′-Lesung in Betracht kommenden Exzentrizitätskorrektion bedarf. Die Indexkorrektion ist allerdings 7′ bis 8′, könnte aber selbstverständlich durch Berichtigung der Libelle oder am Fadenkreuz weggebracht werden, wenn es wünschenswerth erscheinen sollte. Die oben angegebene bei Nacht nicht ganz erreichbare Genauigkeit zeigt, dass das Instrument in der That einen Ersatz für gröbere Messung mit einem kleinen Sextanten zur See bildet, falls man diesen wegen Unsichtbarkeit der Kimm nicht gebrauchen kann und keinen *Kreiselhorizont* hat (bekanntlich macht gegenwärtig in Frankreich das neue Modell des *„horizon gyroscopique“* von dem verstorbenen Admiral Fleuriais, das kürzlich auch hier (*diese Zeitschr.* **17.** *S. 23. 1897*) erwähnt wurde, viel von sich reden; eine neue Publikation von Schwerer fasst die seitherigen Erfahrungen damit zusammen: *Instructions théoriques et pratiques sur l'horizon gyroscopique dans le vide*, Paris 1897, Impr. Nationale). Für topographischen Gebrauch (Höhenwinkel bei Messbandbussolenzügen u. dgl.) könnten Dimensionen und Gewicht des Instrumentchens noch etwas verringert werden.

Hammer.

Ueber Monticolo's Cyclesograph.

Engineering **82.** *S. 147. 1896.*

Instrument zum Ziehen von Kreisbögen mit beliebig grossen Halbmessern ohne Benutzung des Mittelpunkts; in der gewöhnlichen Ausführung des Instruments können Kreislinien mit Halbmessern zwischen 30 *cm* und ∞ gezogen werden. Der Halbmesser ist am Instrument einzustellen, die erhaltenen Linien sind streng Kreislinien. Schade, dass — wie gewöhnlich bei solchen Apparaten — ein Nachweis über die erlangte oder zu erlangende Genauigkeit fehlt. *Hammer.*

Ueber graphisch-numerische Aufnahmen mit Hülfe des Viotti'schen Messtisch-Tachymeter-Apparats.

Von V. Baggi. *Rivista di Topogr. e Catasto* **8.** *S. 164 u. 189. 1895/96.*

Ausführliche Beschreibung und Abbildung des Instruments, das in Italien an Verbreitung gewinnt. Die entfernungsmessende Kippregel ist mit einem Registrirapparat nach Art des Kreuter'schen und Wagner'schen ausgestattet. *Hammer.*

Elektrischer Kontakt der Hauptuhr des öffentlichen Zeitdienstes in Paris.

Von F. Tisserand. *Rapport annuel sur l'état de l'Observatoire de Paris pour l'année 1895. S. 19.*

Die 14 öffentlichen Uhren in Paris, für deren richtige Zeitangabe die Sternwarte sorgt, liegen in zwei Stromkreisen, die als westlicher und östlicher Stromkreis unterschieden werden. In jedem Stromkreis liegen 7 Uhren. Jede Gruppe wird von einer am Kopf der Leitung befindlichen Uhr regulirt und diese erst von der Hauptuhr, dem Berthoud'schen Pendel. Der elektrische Kontakt, welchen dieses Pendel bisher besass, ist aus Fig. 1 ersichtlich; zwei horizontale, am oberen Pendelende befestigte Arme trugen auf jeder Seite 3 mit stumpfen Platinspitzen versehene Schräubchen, welche beim Ausschlag des Pendels 3 an ihren Enden mit Platinlamellen versehene Hebel berührten. Jeden Monat wurden die 6 Hebel der Reihe nach behufs Reinigung abgenommen und, ohne dass das Pendel angehalten worden wäre, wieder an ihren Ort gebracht. Einestheils aus dieser Veranlassung, anderntheils weil in den Platinlamellen durch die Wirkung des Oeffnungsfunkens ein kleines Loch entstand, in dem die Schraubenspitzen dann leicht hängen blieben, war der Gang des Pendels nicht von der

erwünschten Gleichförmigkeit, wesshalb die in Fig. 2 skizzirte Kontakteinrichtung angebracht wurde.

Mit dem Steigrad auf gleicher Welle sitzt das mit 60 spitzen Zähnen versehene Rad *r*. In dieses greift der um *p* drehbare Hebel *l* ein, der an seinem oberen Ende ein dreikantiges, in die Zähne von *r* passendes Achatstück und an seinem unteren Ende eine stumpfe Platinspitze *o* trägt. Berührt letztere das Platinende der Feder *a*, so findet Stromschluss statt. Der Hebel *l* hat eine Länge von etwa 12 *cm* erhalten, damit man bei Justirung des Kontaktes nicht Gefahr läuft, das Räderwerk zu stören. Es schien am besten, den Hebel an einer

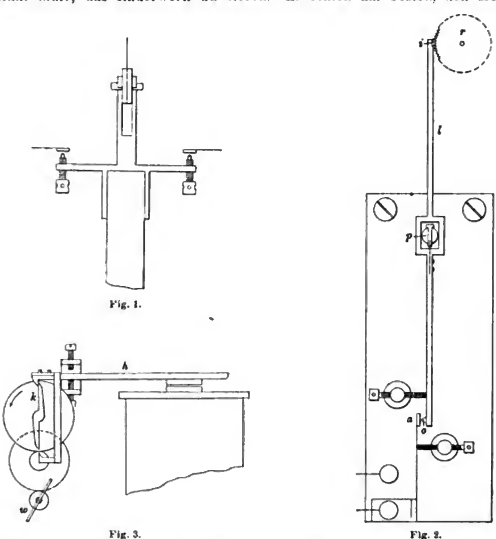


Fig. 1. Fig. 3. Fig. 2.

Feder aufzuhängen, da bei nicht vollständiger Umdrehung um eine Achse oder bei unvollständiger Drehung einer in zwei Spitzen oder Schneiden auslaufenden Achse dick werdendes Oel leicht störend wirkt.

Die Elektromagnete liegen wie bei allen elektrischen Apparaten der Pariser Sternwarte zur Schwächung des Oeffnungsfunkens in einer Stromabzweigung. Nach dem Vorschlag von d'Arsonval wird der Oeffnungsfunke sogar vollständig vermieden dadurch, dass ausserdem von den beiden Kontaktstücken aus Leitungsdrähte zu einem kleinen Blei-Akkumulator geführt worden sind. Der Akkumulator, sagt Verf., ersetze vollkommen den Fizeau'schen Kondensator.

Bei der Einrichtung, wie sie früher bestand, dauerte die Stromunterbrechung etwa 0,5 Sekunden, bei der neuen Einrichtung dagegen nur etwa 0,05 Sekunden. Um jedoch an den Uhren am Kopf jedes Stromkreises, die bei der längeren Stromunterbrechung gut funktionirt hatten, keine Aenderung vornehmen zu müssen, wurde ein Relais eingeschaltet, welches Fig. 3 darstellt. Es besteht aus einem Räderwerk, das durch ein in der Figur nicht gezeichnetes Gewicht in Bewegung gesetzt wird, sobald der Anker *h* des Elektromagneten bei Unterbrechung des Stromes auf einen Moment gehoben wird. Der dem letzten Rad jenes Räderwerkes fest aufsitzende Doppelhebel *k* macht dann eine halbe Umdrehung, wird hierauf aber

wieder arretirt. Während der auf etwa 0,5 Sekunden regulirten halben Umdrehung des mit *k* verbundenen Rades findet Stromschluss statt.

Sollte die Stromunterbrechung zufällig, etwa durch dazwischen gekommenen Staub, zu lange dauern, so verhindert eine vor das untere Ende von *k* sich stellende zweite Nase eine weitere Drehung des Rades und damit verbundenen wiederholten Stromschluss. Ein Zurückschlagen des Hebels *k* durch den Anprall an die Nase wird durch den Windflügel *w*, mit dem das am schnellsten rotirende Rad versehen ist, unmöglich gemacht. *Kn.*

Ueber ein Thermometer für sehr tiefe Temperaturen und über die Wärmeausdehnung des Petroläthers.

Von F. Kohlrausch. *Wied. Ann.* ***60.*** *S. 463. 1897.*

Unter allen Flüssigkeiten, mit welchen man Versuche anstellte, hat sich nur das Gemisch von Kohlenwasserstoffen, welches man Petroläther nennt, zur Messung tiefer Temperaturen als geeignet erwiesen, und obwohl auch diese Flüssigkeit schliesslich recht zähe wird, kann man doch ein damit gefülltes Thermometer bei einiger Vorsicht bis zur Temperatur der siedenden Luft benutzen.

Der Zweck der vorliegenden Arbeit geht nun dahin, die Wärmeausdehnung dieser interessanten Flüssigkeit, welche bei 33° siedete und bei 17° eine Dichte von 0,6515 hatte, zu verfolgen. Zu diesem Ende wurden drei mit Petroläther gefüllte Thermometer[1]) mit einem Thermoelement Konstantan-Eisen in einer Reihe von Temperaturbädern (Eis und gewöhnliche Wasserbäder, siedende flüssige Luft bei — 190°, mit Alkohol gemischte siedende Kohlensäure bei — 80° und eine Alkohol-Kohlensäure-Mischung von — 50°) verglichen. Die Instrumente selbst waren Stabthermometer und in Millimeter getheilt; sie tauchten bis an den Einstellungspunkt in das Bad, bei flüssiger Luft tauchten sie sogar ganz unter; in diesem Falle war eine Ablesung durch die Wände des Dewar'schen doppelwandigen Glasgefässes (vgl. *diese Zeitschr.* ***15.*** *S. 375. 1895*) sehr gut möglich.

Die folgende Tabelle giebt die Beobachtungsresultate wieder. In der ersten Spalte findet sich die Beobachtungstemperatur, gemessen in der Wasserstoffskale, in der zweiten die absolute Temperatur und in der dritten das Volumen des Petroläthers bezogen auf das Volumen bei 0°. Die beiden nächsten Spalten geben die mittleren Ausdehnungskoëffizienten zwischen 0° und der Beobachtungstemperatur, sowie endlich die drei letzten Spalten die mittleren Ausdehnungskoëffizienten zwischen benachbarten Beobachtungstemperaturen, einmal in Theilen des Volumens bei 0°, andererseits in Theilen des mittleren Volumens zwischen den Beobachtungstemperaturen. Die Zahlen lassen erkennen, dass mit Ausnahme der Gase und abgesehen von den Flüssigkeiten in der Nähe des kritischen Punktes der Petroläther wohl die grösste bekannte Ausdehnung besitzt.

t	$273 + t$	V	Zwischen	α	Zwischen	$\frac{1}{V_0}\frac{\Delta V}{\Delta t}$	$\frac{1}{V_m}\frac{\Delta V}{\Delta t}$
— 188°,0	85°,0	0,7916	0° und — 188°	0,001 11	— 188° und — 80°	0,001 04	0,001 21
— 79,9	193,1	0,9037	0 „ — 80	0,001 21	— 80 „ — 50	0,001 12	0,001 21
— 49,7	223,3	0,9376	0 „ — 50	0,001 25	— 50 „ ± 0	0,001 25	0,001 29
0,0	273,0	1,0000	0 „ + 22,7	0,001 45	± 0 „ + 22,7	0,001 45	0,001 43
+ 22,7	295,7	1,0330	0 „ + 26	0,001 47	+ 22,7 „ + 30,7	0,001 58	0,001 52
+ 26,0	299,0	1,0382	0 „ + 30,7	0,001 48			
+ 30,7	303,7	1,0456					

Mit Hülfe dieser Daten ist es leicht, die Theilung eines Petrolätherthermometers zu konstruiren; die Darstellung der Versuchsergebnisse durch eine einfache Interpolationsformel ist nicht gelungen. *Schl.*

[1]) Der Verfasser macht darauf aufmerksam, dass beim Abziehen des Glases zum Zwecke des Abschmelzens wohl infolge eines entweichenden Dampfstromes bei einigen Instrumenten ein enger Kanal offen geblieben war. Es wird zur Vermeidung dieses Fehlers empfohlen, beim Zublasen die Flüssigkeit in der Kapillare abzukühlen.

Ein einfacher Siedeapparat zur Molekulargewichtsbestimmung.

Von Paul Fuchs. *Zeitschr. f. phys. Chem.* **22.** *S. 72. 1897.*

Auf das zur Aufnahme der zu untersuchenden Flüssigkeit dienende Siederöhrchen ist oben ein stählernes Rohr aufgekittet, das den Rückflusskühler und das Thermometer trägt und mit einer verschraubbaren Oeffnung zum Einfüllen der Flüssigkeit versehen ist. Das Siederöhrchen selbst wird mit Quecksilberdichtung in den metallenen Dampfmantel eingesetzt. *Schl.*

Absolutes astatisches Galvanometer von hoher Empfindlichkeit.

Von A. Broca. *Journ. de phys.* (3) **6.** *S. 67. 1897.*

Broca macht nähere Angaben über die Herstellung des Magnetsystems in seinem Galvanometer mit vertikaler Nadelstellung (s. *diese Zeitschr.* **16.** *S. 317. 1896*).

Zu einer vollkommenen Astasirung ist zunächst erforderlich, dass die Magnete vollständig gerade sind. Broca hängt die Stäbchen auf und belastet sie unten mit einem Gewicht. Wenn er sie alsdann durch einen elektrischen Strom glühend gemacht hat, bringt er sie in Wasser, indem er ein untergestelltes Gefäss mit Wasser anhebt. Auf diese Weise hat er gerade Nadeln von 10 *cm* Länge erhalten.

Alsdann streicht er mit dem Pol eines Magneten über die Mitte einer derartigen Nadel; er erhält dann in der Mitte einen Folgepol. Durch Eintauchen in Eisenfeilicht kann man erkennen, ob die Magnetisirung gleichmässig ist. Durch ballistische Messungen wurde gefunden, dass die Pole 0,9-mal so stark waren, als wie bei einer gewöhnlichen Nadel.

Der Folgepol befindet sich an der Stelle, die zuletzt mit dem Magneten in Berührung war. Hängt man also die Nadel horizontal auf und zeigt sich alsdann noch eine Richtkraft, so kann man leicht die Lage des Folgepols so verbessern, dass die Nadel vollkommen astatisch wird.

Derartig angefertigte Nadeln haben nach Angabe des Verfassers in 5 Monaten ihre Eigenschaften nicht verloren, was natürlich für die Brauchbarkeit dieser Anordnung von grösster Bedeutung ist. *E. O.*

Ein neuer Apparat zur Prüfung der magnetischen Eigenschaften von Eisenproben.

Von J. A. Ewing. *The Electrician* **38.** *S. 110. 1896.*

Seit langer Zeit ist das Bestreben der Techniker darauf gerichtet, die mühsamen Methoden zur Prüfung der magnetischen Eigenschaften des Eisens durch einfachere zu ersetzen, die bei mässiger Genauigkeit kein besonders geschultes Personal zur Ausführung nöthig haben (vgl. z. B. den Hysteresis-Prüfer desselben Verfassers, *diese Zeitschr.* **16.** *S. 284. 1896*). Zu diesem Zweck ist auch der neue Apparat von Ewing konstruirt worden.

Ewing knüpft an die bekannte Jochmethode an. Zwei gleiche Probestücke werden in die Jochstücke so eingeklemmt, dass die Länge L_1 des Probestückes, wie dies du Bois bei seiner magnetischen Waage schon ausgeführt hat, zwischen den Jochen 4π wird. Ueber die Proben sind zwei gleiche Magnetisirungsspulen mit je 100 Windungen geschoben. Wird die eine Spule vom Strom i *Ampère* durchflossen, so ist die magnetomotorische Kraft im Innern dieses Solenoïdes

$$\mathfrak{H}' = \frac{0{,}4\,\pi\, i\, n_1}{L_1} = 10\, i.$$

Von dieser magnetomotorischen Kraft wird nun ein Theil zur Ueberwindung des Kontaktwiderstandes und des magnetischen Widerstandes der Joche verwendet, sodass auf den andern Stab nur die Kraft $\mathfrak{H} = \mathfrak{H}' - \frac{\varepsilon}{L_1}$ entfällt.

Nachdem man nun bei dieser Anordnung durch die ballistische Methode die Beziehung zwischen der scheinbaren magnetisirenden Kraft $\mathfrak{H}'$ und der Induktion $\mathfrak{B}$ festgestellt hat,

werden die Spulen durch solche von halber Länge mit 50 Windungen ersetzt und die Joche auf die halbe Entfernung eingestellt. Die scheinbare magnetisirende Kraft ist dann

$$\mathfrak{H}'' = \frac{0{,}4\,\pi\, i\, n_2}{L_2} = 10\, i = \mathfrak{H}',$$

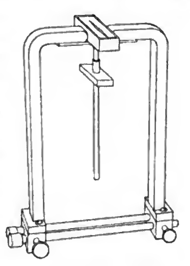
die wirkliche dagegen $$\mathfrak{H} = \mathfrak{H}'' - \frac{\varepsilon}{L_2}.$$

Es wird abermals die Beziehung zwischen $\mathfrak{H}''$ und $\mathfrak{B}$ bestimmt. Da bei homogenen Stücken für die gleiche Induktion die wirkliche magnetisirende Kraft und auch die Korrektion ε in beiden Fällen die gleiche sein muss, so erhält man unter Berücksichtigung von $L_1 = 2\, L_2$ das Korrektionsglied

$$\frac{\varepsilon}{L_1} = \mathfrak{H}'' - \mathfrak{H}'$$

und damit auch die richtige Beziehung von $\mathfrak{H}$ und $\mathfrak{B}$. Diesen Normalstab, dessen magnetische Eigenschaften nun genau bekannt sind, verwendet Ewing für seine „magnetische Brücke".

Diese Brücke besteht aus einem grossen rechteckigen Bügel aus Eisen, der auf die Joche des soeben beschriebenen Apparates aufgesetzt wird (s. Fig.). In die obere Seite des Bügels ist ein schmaler Luftraum eingeschnitten, in den eine Magnetnadel eingesetzt ist. Diese kann durch einen unterhalb angebrachten Richtmagneten senkrecht zur Ebene des Rahmens eingestellt werden. Werden nun in die Joche zwei Stäbe von gleichen magnetischen Eigenschaften eingesetzt und in gleicher Weise so erregt, dass in dem einen Stab die Kraftlinien von links nach rechts, im anderen von rechts nach links verlaufen, so können durch den Bügel keine Kraftlinien gehen, die Nadel bleibt also in Ruhe. Dagegen erfährt sie eine Ablenkung, sobald die Stäbe magnetisch ungleich sind. Um Gleichgewicht wieder herzustellen, wird die Windungszahl des Solenoïds durch einen Vielfachschalter verändert. Um dabei die Stromstärke nicht zu verändern, ist dieser Vielfachschalter mit einem Rheostaten zwangsläufig verbunden.



Soll nun ein Stab untersucht werden, so klemmt man diesen und den Normalstab in das Joch ein. Die magnetisirende Kraft im Normalstab beträgt $10\, i$; ist dann die Magnetnadel in ihre alte Stellung zurückgebracht, wenn durch den Vielfachschalter a Windungen eingeschaltet sind, so ist offenbar die zugehörige magnetisirende Kraft $(a/100)\, 10\, i = (a/10)\, i$. Entnimmt man noch aus der Kurve für den Normalstab die zu $10\, i$ gehörende Induktion $\mathfrak{B}$, so ist dies auch die Induktion, die der magnetisirenden Kraft $(a/10)\, i$ des Prüfungsstabes entspricht. Durch Verändern der Stromstärke erhält man so in einfachster Weise die Magnetisirungskurve. Allerdings ist es nothwendig, dass die $\mathfrak{B}$-$\mathfrak{H}$-Kurve für den Normalstab mit möglichster Genauigkeit bestimmt ist. *E. O.*

Drehwaage für absolute Messungen.

Von Karl Strecker. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* **9.** *S. 209 u. 311. 1896.*

Der Apparat dient zur Bestimmung der horizontalen Stärke des magnetischen Feldes der Erde und des magnetischen Moments eines Magneten in absolutem Maasse. An einem doppelten Faden ist ein Ring aus Messingblech von 10 *cm* Durchmesser so aufgehängt, dass die Ringebene waagrecht liegt. Der Rand des Ringes bildet einen Zylindermantel von 0,5 *cm* Höhe, der oben und unten von einem Wulste begrenzt wird. Unterhalb des Ringes ist ein Lager für einen Stahlmagnet angebracht, der parallel zu einem Durchmesser des Ringes eingelegt wird. Am Mantel des Ringes sind in zwei Gegenpunkten feine Seidenfäden befestigt, die um den Ring geschlungen sind und an ihren Enden feine Drahthäkchen tragen. Der Ring nebst Magnet hängt an einem Holzgestell über einer mit Theilung versehenen Scheibe, die um ihren Mittelpunkt drehbar ist und in jeder Lage festgeklemmt werden kann.

Der Ring trägt einige Zeiger, die auf der Theilung der Scheibe spielen. Zu beiden Seiten des Ringes hängen von dem Gestell an leichten Fäden kleine Gewichte herab, deren Aufhängungspunkte am oberen Balken des Gestells messbar verschoben werden können. Wenn man den Rand des Ringes mit diesen Gewichten durch die um den Ring geschlungenen Fäden verbindet, so ist man im Stande, durch Verschiebung der Aufhängepunkte der Gewichte ein Drehungsmoment auf den Ring auszuüben, das in absolutem Maasse leicht gemessen werden kann. Bei geeigneter Grösse dieser Verschiebung kann man den Magneten in eine zum Meridian senkrechte Lage bringen, sodass das von den magnetischen Kräften herrührende Drehungsmoment dem mechanisch erzeugten gleich und entgegengesetzt ist. Nun stellt man dem drehbaren Magneten einen zweiten feststehenden gegenüber, der in der Richtung des Meridians in gleicher Höhe mit dem ersten liegt. Dieser ablenkende Magnet wird auf einen besonders hierfür hergerichteten Holzklotz mit aufgesetzten Schneiden aus Messing und Visiröffnungen gelegt, das eine Mal so, dass seine Wirkung die des Erdmagnetismus unterstützt, und das andere Mal so, dass er dem Erdmagnetismus entgegenwirkt. Die Einzelheiten des Baues und der Rechnung sind *a. a. O.* nachzulesen. Die Drehwaage wird von G. Lorenz in Chemnitz zum Preise von 90 bis 100 M. geliefert. *H. H.-M.*

Neu erschienene Bücher.

Gustav Kirchhoff, Vorlesungen über mathematische Physik. 1. Band. Mechanik. 4. Auflage. Hrsg. v. Prof. Dr. W. Wien, Dozent a. d. Techn. Hochschule in Aachen. gr. 8°. X, 464 S. m. 18 Figuren im Text. Leipzig, B. G. Teubner 1897. 13,00 M.

Die neue, vierte Auflage der Kirchhoff'schen Vorlesungen über Mechanik hat gegen die vorhergehende keine wesentlichen Veränderungen erfahren. Es sind nur eine Anzahl von Druckfehlern und kleinern unbedeutenden Unrichtigkeiten verbessert worden, die übrigens in besonderen Fussnoten vermerkt sind. Es dürfte daher überflüssig sein, näher auf den Inhalt des allgemein bekannten und anerkannten Buches einzugehen. *Kr.*

O. Müller, Hülfstafeln f. praktische Messkunde nebst logarithmisch-trigonometrischen Tafeln. 8°. 144 S. Zürich, F. Schulthess. 2,40 M.; geb. in Leinw. 3,20 M.

A. v. Schweiger-Lerchenfeld, Atlas d. Himmelskunde auf Grundlage der Ergebnisse d. coelestischen Photographie. 62 Kartenseiten (m. 135 Einzeldarstellgn.), 62 Folio-Bogen Text u. etwa 500 Abbildgn. In 30 Lfgn. 1 Lfg. Fol. 12 S. m. 3 Taf. Wien, A. Hartleben. Je 1,00 M.

G. Kapp, Elektrische Wechselströme. Deutsche Ausg. v. Ingen. Herm. Kaufmann. 2. Aufl. gr. 8°. V, 92 S. m. Fig. Leipzig, O. Leiner. 2,00 M.; geb. 2,75 M.

L. Callou, *Applications de l'Electricité dans la Marine. Electricité pratique, Cours professé à l'Ecole supérieure de la Marine.* 2. Ausg. gr. 8°. Mit 300 Fig. 7,00 M.

C. G. Knott, *Physics. Elementary textbook for University Classes.* 8°. 644 S. m. Fig. London 1897. Geb. in Leinw. 7,80 M.

Mittheilungen d. Materialprüfungs-Anstalt am Eidgenöss. Polytechnikum in Zürich. Heft V: L. Tetmajer, Bericht üb. den Neubau, die Einrichtung u. die Betriebsverhältnisse der Eidgenöss. Materialprüfungs-Anstalt. 2. umgearb. Aufl. gr. 8°. 276 S. m. 12 Taf. Zürich 1897. 5,00 M.

G. Kapp, Dynamomaschinen f. Gleich- u. Wechselstrom und Transformatoren. Deutsche Ausg. v. L. Holborn u. K. Kahle. 2. Aufl. gr. 8°. VIII, 374 S. m. 165 Fig. Berlin, J. Springer. — München, R. Oldenbourg (Auslieferung bei Springer). Geb. in Leinw. 8,00 M.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktionskuratorium:

Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender, Prof. Dr. **A. Westphal**, geschäftsführendes Mitglied, Prof. Dr. **E. Abbe**, Dr. **H. Krüss**.

Redaktion: Dr. **St. Lindeck** in Charlottenburg-Berlin.

XVII. Jahrgang. **Juli 1897.** Siebentes Heft.

Untersuchungen und Verbesserungen Fuess'scher Siedeapparate zum Höhenmessen.

Von

Fr. Grützmacher, Technischem Hülfsarbeiter bei der Phys.-Techn. Reichsanstalt.

Ueber die Verwendung von Aneroïdbarometern zu Höhenmessungen, sowie über die Nachwirkungserscheinungen bei diesen Instrumenten und die Berücksichtigung der hieraus resultirenden Fehler liegen schon mehrfache Untersuchungen vor. Auch über die seit mehreren Jahren ziemlich allgemein gewordene Benutzung von Siedethermometern ist in verschiedenen Veröffentlichungen berichtet worden; über die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Siedeapparate an sich scheinen jedoch bisher besondere Untersuchungen nicht angestellt zu sein. Den Hypsometern ist zwar wegen ihrer grösseren Genauigkeit gegenüber den Aneroïden allseitig grosse Anerkennung zu Theil geworden, trotzdem gaben die in letzter Zeit von Dr. A. Galle[1]) beim Gebrauch des Siedeapparates im Riesengebirge gemachten Erfahrungen zu Bedenken an der Zuverlässigkeit des Apparates Veranlassung[2]).

Die unter Beobachtung aller möglichen Vorsichtsmaassregeln ausgeführten Höhenbestimmungen ergaben nämlich nicht in allen Fällen gute Resultate. Wie weit hierbei die Abweichungen der aus den beobachteten Siedetemperaturen berechneten von den auf trigonometrischem Wege gemessenen Höhen allein den Bestimmungen mit dem Siedeapparat, oder wie weit sie der barometrischen Höhenmessmethode überhaupt zuzuschreiben sind, liess sich ohne Weiteres nicht entscheiden, da ja Untersuchungen über die Zuverlässigkeit des Apparates an sich bisher nicht bekannt waren. Bei der Auseinandersetzung der von ihm angewandten Vorsichtsmaassregeln deutet Galle nun auf eine Unsicherheit beim Gebrauche des Siedeapparates hin, welche ohne Zweifel aus nicht richtig angewandter Flammenhöhe entstehen könne. Er schlägt dann eine Verbesserung des Fuess'schen Siedeapparates vor, und zwar durch Vergrösserung des Kochgefässes in der Breite.

Wenn also trotz aller angewandten Vorsichtsmaassregeln doch noch Zweifel an der Zuverlässigkeit des Siedeapparates und berechtigte Wünsche in Betreff einiger

[1]) A. Galle, Höhenbestimmungen mit Siedethermometern im Riesengebirge. *Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. z. Berlin* **31.** *1896.*

[2]) Derselbe erwähnt an anderer Stelle, dass Dr. Philippson über die Einrichtung des Apparates und die Umständlichkeit seiner Benutzung Klage geführt habe, aus welchen Gründen während einer längeren Reise trotz der Unsicherheit der mitgeführten Aneroïde leider nur sechsmal Siedebestimmungen ausgeführt worden waren. Vgl. A. Philippsons Höhenmessungen in Nord- und Mittelgriechenland und Türkisch-Epirus im Jahre 1893. Berechnet von A. Galle. *Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. z. Berlin* **29.** *1894.*

Verbesserungen hervortreten konnten, so schien eine Untersuchung desselben um so mehr nothwendig zu sein, als wohl hier und da immer noch Fälle von mangelhafter Sorgfalt[1]) bei Benutzung von Beobachtungsinstrumenten vorkommen mögen. Zunächst war es also nöthig, die gebräuchlichsten Siedeapparate einmal auf ihre Zuverlässigkeit hin zu untersuchen und im Anschluss hieran eventuell die betreffenden Verbesserungen anzubringen, damit die Apparate sich unter allen Umständen brauchbar erweisen. Zum Zwecke der Untersuchung der am meisten bekannten Siedeapparate wurde Herr Fuess in Steglitz gebeten, einige derselben der Reichsanstalt zur Verfügung zu stellen, was auch mit der grössten Bereitwilligkeit geschah.

Eingesandt wurden 2 Apparate, einer von älterer und einer von neuerer Konstruktion, von denen der ältere der bekanntere ist, da er grosse Verbreitung gefunden hat. Derselbe ist jedenfalls auch bei den Höhenbestimmungen von Galle benutzt worden. Dieser (v. Danckelman-Fuess'sche) Apparat ist sehr dauerhaft aus starkem Kupferblech gearbeitet und umfasst folgende Bestandtheile: Auf ein zylindrisches, etwa 85 *ccm* fassendes Siedegefäss von 4 *cm* Durchmesser und 7 *cm* Höhe ist ein doppelwandiges Dampfrohr gesteckt von 16 *mm* innerem und 23 *mm* äusserem Durchmesser. Die das Dampfrohr bildenden beiden Zylinderrohre sind an beiden Enden durch abschliessende Metallringe fest mit einander verlöthet. Der im inneren Rohre aufsteigende Wasserdampf streift an dem mit einem abdichtenden Gummiringe hineingehängten Thermometer vorbei, tritt oben durch seitliche Oeffnungen in den Zwischenraum und aus diesem dann erst am unteren Ende durch eine seitliche Oeffnung ins Freie. Um ein Flackern bezw. Auswehen der Flamme zu verhindern und die Heizgase möglichst auszunutzen, wird die zugehörige Spirituslampe von unten in einen kupfernen, mit Dreifuss versehenen Schutzmantel gehängt, während das Siedegefäss von oben hineingesteckt wird. Für Zu- und Abluft befindet sich im Boden und im Deckel des Schutzmantels eine Reihe von Löchern. Ferner gehört zum Apparat ein Doppelgefäss zur Aufnahme des mitzuführenden Wassers und Spiritus. Vorstehende Bestandtheile nebst 2 zugehörigen Siedethermometern werden in einem ovalen Kupferetui untergebracht, welches dann wieder in einem starken Lederfutteral am Riemen getragen werden kann. Das Gewicht dieses Apparates mit allen seinen Bestandtheilen und Verpackungen (jedoch ohne Spiritus- und Wasserfüllung) beträgt gegen 1800 *g*. Die Länge des ebenfalls ovalen Lederfutterals beträgt 32,5 *cm*, der grösste Durchmesser 10 *cm*.

Der neuere (Habel-Fuess'sche) Apparat[2]), welcher in einem hölzernen, mit Eisenblech ausgeschlagenen Schutzkasten aufgestellt und transportirt wird, ist etwas leichter und kompendiöser als der vorige, da er aus dünnem Messingblech angefertigt ist und nur aus Siedekessel, Dampfrohr und Spirituslampe besteht. Sein Gewicht beträgt (ebenfalls ohne Spiritus- und Wasserfüllung) nur etwa 1100 *g*. Dazu würde aber noch das Gewicht von 2 Thermometern (etwa 100 *g*) nebst dem der nothwendigen Hülsen und eines besonderen Wassergefässes kommen, da dem Apparat ein solches nicht beigegeben ist, und da auch der Siedekessel selbst nicht verschliessbar ist. Die Länge des rechteckigen Kastens beträgt 22,5 *cm*, seine Breite 9 *cm*. Der

[1]) A. von Danckelman, Die elastischen Nachwirkungserscheinungen bei dem Gebrauch der Aneroïde im Hochgebirge. *Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. z. Berlin* **26.** *1891.*

[2]) Dieser Apparat ist dem von Baudin verfertigten ziemlich ähnlich und hat mit ihm die Leichtigkeit und die Aufstellung in einem Schutzkasten gemeinsam; jedoch ist er demselben in solider mechanischer Ausführung und auch im Material überlegen. Letzterer ist nämlich in gewöhnlicher Ausführung aus Weissblech angefertigt. Der rechteckige Schutzkasten ist 28 *cm* hoch und 11,5 *cm* breit.

Siedekessel dieses Apparates hat einen grösseren Durchmesser als der vorige (und zwar von 6 *cm*), dagegen eine geringere Höhe (von 4 *cm*), der Inhalt ist nahezu derselbe (etwa 90 *ccm*). Eine weitere wesentliche Aenderung dieses Apparates besteht darin, dass das Dampfrohr zusammenschiebbar ist und einen inneren Durchmesser von 23 *mm* und einen äusseren von 35 *mm* hat. In Folge der grösseren lichten Weite des inneren Rohres wird es sich daher leicht vermeiden lassen, dass das Thermometergefäss die Wand des Rohres berührt, auch ist das Entstehen von Ueberdruck und damit verbundener höherer Temperatur in dieser Beziehung weniger zu befürchten.

Der mit dem älteren Apparat in Bezug auf seine Zuverlässigkeit vorgenommene Versuch wurde folgendermaassen ausgeführt. Zwei in $^1/_{10}$ Grade getheilte Siedethermometer wurden in den grossen Wasserdampfapparat der Reichsanstalt (Abth. II) gesteckt, welcher für die Normalthermometer zur Bestimmung des Siedepunktes benutzt wird. Nach halbstündigem Kochen wurden die Thermometerstände abgelesen. Inzwischen war der kleine Siedeapparat angeheizt worden, die Flammenhöhe betrug 4 bis 8 *cm*. Jetzt wurde schnell ein Thermometer aus dem grossen Apparat herausgenommen und in den kleinen hineingesteckt. Die nach 5 Minuten ausgeführte Ablesung ergab bei gleicher Anzahl der aus dem Dampfraume herausragenden Grade des Quecksilberfadens und unter Berücksichtigung des im grossen Apparat herrschenden Ueberdrucks dieselbe Temperatur. Dasselbe bestätigte sich, als das benutzte Thermometer mit dem zur Kontrole etwaiger Barometerschwankungen im grossen Siedeapparate belassenen Instrumente vertauscht wurde. Bei *mässiger* Flammenhöhe (etwa 6 *cm*) hatte der Wasserdampf im kleinen Apparate offenbar richtige Temperatur. Bei *grösserer* Flammenhöhe trat aber die von Dr. Galle ausgesprochene Befürchtung ein, denn als die Spiritusflamme bis auf 12 *cm* Höhe vergrössert wurde, zeigte das Thermometer in wenigen Minuten um 0,2° und in ferneren 2 Minuten schon um 0,5°, d. i. etwa = 15 *mm* zu hoch, sodass die grosse Flamme schnell fortgenommen werden musste! Als dann gleich wieder eine kleine Flamme unter den Apparat gesetzt wurde, zeigte das Thermometer auch alsbald wieder richtige Temperatur, welche stets an dem im grossen Dampfapparat der Reichsanstalt belassenen zweiten Thermometer kontrolirt wurde. Beobachtet man also die Vorsichtsmaassregel, den Apparat nur bei möglichst gefülltem Siedekessel und einer Flammenhöhe von etwa 5 bis 8 *cm* zu benutzen, sodass die Flammenspitze nur den Boden, nicht aber auch die Seitenwand des Kessels berührt, so wird der Apparat stets richtige Temperaturen zu messen gestatten.

In ähnlicher Weise wurde der zweite (Baudin-Habel-Fuess'sche) Apparat untersucht. Ein hierzu benutztes, von 2 zu 2 *mm* der Dampfspannungskurve getheiltes Siedethermometer wurde zuerst wieder nach halbstündigem Sieden im grossen Dampfapparat beobachtet, wozu der Stand des Normalbarometers abgelesen wurde. Inzwischen war der kleine Siedeapparat durch eine Spiritusflamme von 3 *cm* Höhe angeheizt worden. Das Wasser siedete nach 10 Minuten. Als nun die Thüre des Schutzkastens, welche zum Zwecke des schnelleren Kochens bisher geschlossen gewesen war, geöffnet wurde, zeigte es sich, dass die Flamme durch Erwärmung des Spiritus in der Lampe sich bis zu 6 *cm* Höhe gesteigert hatte. Dieselbe wurde zwar bis auf 3,5 *cm* Höhe ermässigt, nahm jedoch wieder in dem die Wärmestrahlung verhindernden Schutzkasten derart zu, dass jetzt sogar die im Lampengefäss entwickelten Spiritusgase aus den Luftlöchern der Lampe herausbrannten. Das Thermometer zeigte hierbei nur einen um 0,26 *mm* = 0,009° C. höheren Stand, als vorhin im grossen Siede-

apparat. Eine Aenderung des Barometerstandes war inzwischen nicht eingetreten, derselbe hat auch im ganzen ferneren Verlauf der Untersuchung dieses Apparates nur um 0,1 *mm* zugenommen. Der etwas zu hohe Stand des Thermometers ist wohl zum grossen Theil nur durch Ueberdruck, nicht aber durch Ueberhitzung durch die Flammengase zu erklären, denn als nun (versuchsweise bei geschlossener Thür) die Hitze im Schutzkasten sich derart steigerte, dass die Flammen oben herausschlugen, wurde ein nur noch um 0,1 *mm* höherer Stand des Thermometers beobachtet. Allerdings ist nun auf eine noch etwa eintretende Ueberhitzung des Dampfes nicht mehr gewartet worden, weil die Flamme schnell ausgelöscht werden musste, da der Schutzkasten anzubrennen drohte. Zehn Minuten nach Auslöschen der Flamme betrug die Temperatur des Spiritus in der sofort aus dem Kasten herausgenommenen Lampe noch 47° C.

Um eine fernere Entzündung des Spiritus im Gefässe zu vermeiden, wurde derselbe noch mit Wasser verdünnt; der Kessel wurde von Neuem mit Wasser gefüllt, und der Apparat dann zum Zwecke eines neuen Siedeversuchs ins Freie getragen. Es war gerade ziemlich stürmische Witterung und deshalb sehr interessant, unter solchen Umständen einmal die Wirkung des Schutzkastens zu erproben. Der Apparat wurde natürlich so aufgestellt, dass die Thür bezw. die Luftlöcher des Schutzkastens sich auf der dem Winde abgewendeten Seite befanden. Die Flamme, welche nur 2,5 *cm* hoch war, wehte zwar sehr stark hin und her, wurde aber selbst bei offener Thür nicht ausgeblasen. Als dann die Thür geschlossen wurde, steigerte sich die Flammenhöhe wieder bis auf etwa 5 *cm*, durch das Hin- und Herjagen der Flamme konnte dieselbe jedoch nicht recht zur Wirkung kommen, sodass das Wasser erst nach etwa 25 Minuten siedete. Eine Ablesung am Thermometer war nicht möglich, da der Stand der Quecksilbersäule sich fortwährend bis um 25 *mm* änderte. Im Zimmer stellte sich jedoch sofort wieder konstante und, wie schon oben bemerkt wurde, nahezu richtige Temperatur ein. Der bis 0,25 *mm* zu hohe Stand kann theilweise durch Ueberdruck, theilweise aber auch wohl durch Beobachtungsfehler erklärt werden, da 0,1 *mm* erst $= {}^1/_{20}$ eines Theilungsintervalles ist.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich also erstens, dass der Apparat brauchbare Resultate liefert, zweitens, dass der Schutzkasten wegen seiner kompendiösen Form in ruhiger Luft (wobei seine Benutzung ja überflüssig ist) wohl zur Ueberhitzung von hochgradigem Spiritus in der Lampe, jedoch nicht zu grösserer Ueberhitzung des Wasserdampfes Veranlassung geben kann, und drittens, dass der Schutzkasten bei stürmischer Witterung sehr wesentliche Dienste leistet, denn *ohne* denselben wäre beim letzten Versuch die Flamme jedenfalls ausgeweht worden, während andererseits in einem Zelte oder im Schutze einer Bergwand sicher eine Ablesung möglich gewesen wäre.

Die vorhandenen beiden Apparate geben also sehr wohl richtige Resultate, jedoch nur bei Beobachtung gewisser Vorsichtsmaassregeln. Es war daher wünschenswerth, einen Siedeapparat zu besitzen, der in allen Fällen, d. h. also auch in den extremsten, brauchbar ist und ausserdem, namentlich für längere Reisen, mit beliebigem Feuerungsmaterial angeheizt werden kann. Man musste also versuchen, die vorhandenen Mängel bei den bisherigen Apparaten zu beseitigen und durch möglichst einfache und praktische Verbesserungen zu ersetzen.

Die Anordnung des Apparats in einem (etwas grösseren) Schutzkasten beizubehalten, schien vortheilhaft. Ferner hatte es sich nützlich erwiesen, den Siedekessel, besonders in der Breite, grösser zu wählen; auch ein etwa entstehender Ueberdruck

konnte nur durch ein weiteres Dampfrohr vermieden werden. Schliesslich war der Siedekessel noch derart zu konstruiren, dass er auch direkt etwa auf Kohlenfeuer gesetzt werden könnte, ohne dass der in ihm entwickelte Dampf Ueberhitzungen ausgesetzt wäre. Am einfachsten und sichersten wird dieser Zweck wohl erreicht, wenn der Siedekessel, wie bei dem Apparate der Reichsanstalt, aus zwei besonderen Dampfentwicklungsräumen zusammengesetzt ist, bei denen das Wasser des inneren Kessels nur durch den Dampf des äusseren angeheizt wird, also nie überhitzt werden kann. Solchen in Fig. 1 im Durchschnitt gezeichneten Doppelkessel in der bisher für Siedeapparate üblichen Grösse zu konstruiren, ging jedoch nicht an, da die Dimensionen des inneren Kessels hierbei zu klein geworden wären. Andererseits war es aber auch nicht wünschenswerth, die bisherigen Grössenverhältnisse auf Kosten der bequemen Transportfähigkeit des Apparats wesentlich zu überschreiten. Zur Probe wurde daher ein Kessel von der durch Fig. 2 dargestellten Form angefertigt, bei dem der aus dem Wasser des äusseren Kessels entwickelte Dampf nur das obere Ende des inneren Kessels

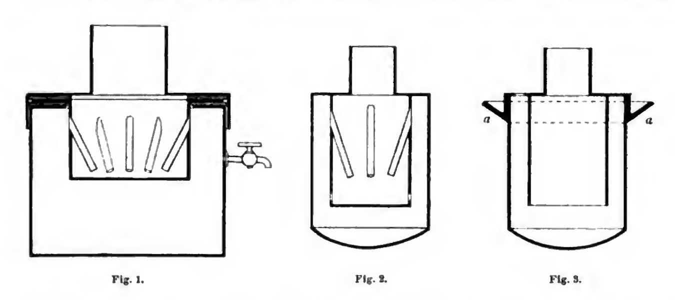


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

umspülen, durch die Röhrchen in das Wasser desselben eindringen und dann erst nach Abgabe der überschüssigen Wärme am Thermometer vorbei durch das Dampfrohr entweichen sollte. Die mit dem im Uebrigen nach vorstehenden Intentionen verbesserten Apparate angestellten Versuche wurden in ähnlicher Weise ausgeführt, wie vorher beschrieben worden ist. Da jedoch die Angaben des dem Apparate beigegebenen Siedethermometers während der Untersuchung einen Anstieg (von 0,4 *mm* der Dampfspannungskurve) erfuhren, über dessen Verlauf sich natürlich nachträglich genaue Zahlenwerthe nicht mehr ermitteln liessen, so musste man sich mit angenäherten Resultaten begnügen. Darnach ergab sich, dass der Apparat bei Flammenhöhen zwischen 5 und 15 *cm* in Zimmertemperatur (bei 21°) und im Freien (bei —2°) bis auf 0,2 *mm* der Spannungskurve richtige Temperaturen lieferte. Diese übrigbleibenden Abweichungen lassen sich wohl theils durch Beobachtungsfehler an dem von 2 zu 2 *mm* getheilten Thermometer, theils durch die Unsicherheit der Fadenkorrektion und der für den Anstieg berücksichtigten Werthe erklären. Nur in einem Falle zeigte das Thermometer, wahrscheinlich in Folge einer Erwärmung des Quecksilbergefässes durch Spritzwasser, einen um 0,6 *mm* zu hohen Stand. Als bei einer Wiederholung der Siedeversuche am folgenden Tage im unteren Ende des Dampfrohres ein kleines Drahtnetz eingeschaltet war, ist dieser Fall nicht wieder eingetreten. Ferner hat bei den verschiedensten Flammenhöhen keine wesentliche Erhitzung des Spiritusgefässes und damit verbundene Steigerung der Flammenhöhe stattgefunden.

Trotzdem waren auch bei dem zuletzt benutzten Siedekessel noch einige Aenderungen wünschenswerth; z. B. war es nothwendig, die am Verschlussdeckel des Kessels angebrachte Ansatztülle, welche beim Transport des Apparats dem Dampfrohr als Halt dienen sollte, fortzulassen. Da nämlich bei dem verschlossenen und zusammengesetzten Apparat der Verschlussdeckel kaum zu sehen war, so wäre ein Uebersehen dieses Umstands und damit eine Sprengung des Kessels sehr leicht möglich gewesen. Ferner hatte sich der Innenraum des äusseren Kessels, da er zum Entweichen der Luft nach Aussen hin keine Verbindung hatte, nur theilweise mit Wasser füllen lassen. Die im oberen Theile verbleibende Luft drückt dann beim Anheizen des Kessels im Verein mit dem entwickelten Dampfe bis zum unteren Ende der Röhrchen das Wasser aus dem Zwischenraum heraus und in den inneren Kessel hinein. Dieser musste dann natürlich überlaufen, sodass auf diese Weise einerseits ein beträchtlicher Theil des Siedewassers verloren ging, andererseits die eingeschlossene Luft wieder zu Ueberhitzungen Veranlassung geben konnte. Um diesen Uebelstand zu vermeiden, wurde in dem hierauf konstruirten Kessel von oben nach dem Zwischenraum hin eine kleine verschliessbare Oeffnung angebracht, welche sowohl beim Füllen des Kessels der Luft den Austritt gestatten, als auch den überhitzten Dampf entweichen lassen sollte.

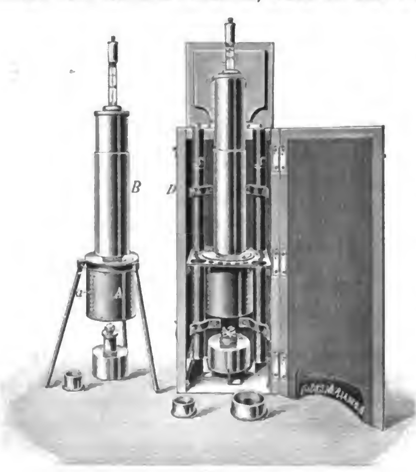


Fig. 4.

Da ferner offenbar wegen der geringen Dimensionen der Behälter die (noch dazu schwierig auszuführende) Anordnung von kleinen Dampfröhrchen in einem doppelten Kessel nur wenig Vortheil brachte, so erhielt der schliesslich konstruirte Kessel eine einfache Form (wie Fig. 3) derart, dass sich an Stelle des inneren Kessels nur ein zylindrisches Rohr befindet. Die in den Zwischenraum gehende kleine Oeffnung wurde aber aus den früheren Gründen beibehalten, sodass das Wasser im inneren Kessel sich jetzt mit dem im Zwischenraume befindlichen ausgleichen kann und auch nicht erst durch den im äusseren Kessel entwickelten Dampf angeheizt zu werden braucht. Der ganze Apparat in seiner endgültigen Form (vgl. Fig. 4) ist nun wie folgt zusammengesetzt. Der eben erwähnte Siedekessel, welcher einen Durchmesser von 6 *cm* und eine Höhe von 7 *cm* hat, fasst etwa 140 *ccm* Wasser. Da bei diesem Kessel sowohl die kleine Oeffnung durch einen Schieber verschlossen, als auch der Hals durch eine Verschlusskapsel verschraubt werden kann, so dient derselbe zugleich als Wassertransportgefäss. Auf diese Weise wird auch die von Galle[1]) (bei dem früher für

[1]) Vgl. *S. 193. Anm. 1.*

Wasser und Spiritus gebräuchlichen Doppelgefäss) befürchtete Verunreinigung des Wassers vermieden. Das wie bei dem Habel'schen Apparat in sich verschiebbare Dampfrohr hat eine innere lichte Weite von 27 *mm*, eine äussere von 40 *mm*, sodass also weder das Thermometer die Wandung berühren, noch in Folge von Reibung des Dampfes ein Ueberdruck entstehen kann. Zu letzterem Zwecke ist auch am unteren Ende des äusseren Dampfrohres nicht nur eine seitliche Oeffnung, sondern, abgesehen von den kleinen Versteifungen, der ganze Zwischenraum am unteren Ende der Rohre offen gelassen. Etwaige Ueberhitzung des Thermometergefässes durch Spritzwasser ist durch ein am unteren Ende des inneren Dampfrohres eingelöthetes kleines Drahtnetz ausgeschlossen. Die kleine Spirituslampe ist verschliessbar, also ebenfalls gleich als Transportgefäss zu benutzen. Der ganze Apparat (aus getriebenem Messing, hochglanz vernickelt) nebst 2 in gefütterten Messingfutteralen befindlichen Siedethermometern und einem besonderen (zum Anheizen des Kessels auf dem Lagerfeuer beigegebenen) Dreifuss wird in einem rechteckigen, 31,5 *cm* hohen und 11,5 *cm* breiten, mit Eisenblech ausgeschlagenen Schutzkasten verpackt. Das Gesammtgewicht dieses Apparats ist wegen seiner im Ganzen grösseren Dimensionen zwar etwas grösser als das der ersten beiden Apparate, es beträgt aber doch nur etwa 2100 *g*. Dafür gewährt dieser Apparat auch den Vortheil einer beinahe absoluten Sicherheit und Gebrauchsfähigkeit in allen Fällen. Die Resultate seiner Untersuchung sind im Folgenden zusammengefasst, und zwar muss hierbei hervorgehoben werden, dass zur Erprobung der Gebrauchsfähigkeit dieses Apparats nicht mit kleinen Spirituslampen, sondern mit grossen Bunsenbrennern operirt wurde.

Bei mässiger Flammenhöhe (7 bis 10 *cm*) eines Bunsenbrenners trat bei diesem Apparat keine Ueberhitzung des Dampfes ein. Wurde der Kessel jedoch von unten und *ausserdem von der Seite* mit *grossen* Bunsenbrennern (bis zu 25 *cm* Flammenhöhe) angeheizt, so trat allerdings in 1 bis 2 Minuten eine Ueberhitzung des Dampfes ein (jedoch nur bis gegen 4 *mm* der Spannungskurve, etwa = 0,15° C.), was ja auch bei einem durch eine sehr grosse Flamme angeheizten kompendiösen Apparat eigentlich nicht anders zu erwarten ist. Diese Ueberhitzung des Dampfes trat nur durch Leitung und Strahlung ein, nicht durch etwa entstandenen Ueberdruck, denn sowohl bei kleiner als auch bei grosser Flamme zeigte ein aufgesetztes Wassermanometer höchstens bis zu 0,5 *mm* Ueberdruck. Um nun den oberen Theil des Kessels vor der direkten Ueberhitzung durch die Flammen zu schützen, wurde der Kessel bis 1 *cm* vom oberen Rande in einen Asbestring gesteckt und wieder angeheizt. Hierbei ergab sich, dass jetzt *sowohl bei mässiger als auch bei möglichst grosser Flamme stets im Apparat innerhalb 0,1 bis 0,2 mm richtige Temperatur herrschte.* Die geringen Abweichungen von den Angaben des Normalbarometers liegen zum grössten Theile noch innerhalb der Beobachtungsfehler, besonders wenn man berücksichtigt, dass das Thermometer auch diesmal wieder einen Anstieg gezeigt hat. Ferner war es bei diesem Versuche gleichgültig, ob die im äusseren Kessel zum Ausströmen des dort entwickelten Dampfes angebrachte kleine Oeffnung offen oder durch den Schieber geschlossen war. Trotz des in diesem Falle günstigen Ergebnisses wird jedoch auf das Anbringen der Oeffnung nicht verzichtet werden können, da sonst beim Füllen des Kessels in den Zwischenraum nur sehr wenig Wasser eindringen und die dort befindliche Luft dann wieder zu Ueberhitzungen Veranlassung geben könnte.

Der zum Schutz gegen die Ueberhitzung anzubringende Asbestschirm, welcher unbedingt zur vollkommenen Zuverlässigkeit des Apparats bei Anheizung desselben am Lagerfeuer nothwendig, aber in Fig. 4 nur weggelassen worden ist, weil er die

Uebersichtlichkeit gestört hätte, wird wohl am besten die in Fig. 3 bei *a* angedeutete Form erhalten. Mit dem Vortheil, die Flammenhöhe bei diesem Apparat beliebig gross wählen zu dürfen, ist dann auch die Möglichkeit gegeben, denselben selbst bei sehr stürmischem Wetter mit Erfolg benutzen zu können.

Im Anschluss an die im Vorstehenden mitgetheilten Versuche und Verbesserungen an Siedeapparaten sollen hier noch einige Bemerkungen über die zugehörigen Thermometer folgen.

Wenn schon vor einigen Jahren in Folge des Aufschwungs der Jenaer Glastechnik durch die Verwendung des Normalthermometerglases 16^{III} für die Herstellung der Siedethermometer vielfach[1]) rühmend hervorgehoben worden ist, dass diese Instrumente nun selbst für längere Reisen als vollständiger Ersatz der Quecksilberbarometer dienen können, so ist dies jetzt noch weit mehr der Fall, seitdem diese Thermometer aus dem ebenfalls in Jena in regelmässigem Betriebe hergestellten, sehr schwer schmelzbaren Borosilikatglase 59^{III} angefertigt werden.

Dies Glas ist bekanntlich noch bedeutend härter als das Normalthermometerglas 16^{III}, und seine Nachwirkung ist auch viel geringer. Da besonders die Depression[2]) der Eispunkte bei Thermometern aus Glas 59^{III} bei den für Siedethermometer in Betracht kommenden Temperaturen belanglos ist und ausserdem Thermometer aus diesem Glase an sich sehr dauerhaft sind, weil sie ziemlich grosse Erschütterungen und schroffen Temperaturwechsel nahezu gefahrlos überstehen, so sind sie für Hypsometermessungen vorzüglich geeignet. Um ihre Angaben jedoch nahezu unveränderlich zu machen, würde vor ihrer Prüfung das künstliche Alterungsverfahren anzuwenden sein, auf welches nicht genug bei allen für genaue wissenschaftliche Untersuchungen bestimmten Thermometern hingewiesen werden kann. Selbst bei Aneroïden sollen ja die Nachwirkungserscheinungen und Veränderungen des Temperaturkoëffizienten nach Prof. Koppe's Vorschlag[3]) durch andauerndes Erhitzen der Instrumente auf 100° bedeutend schneller zum Verschwinden gebracht werden.

Da also die Angaben gut gekühlter Siedethermometer aus Glas 59^{III}, wie gesagt, nahezu unveränderlich sind, so wird das Anbringen eines Eispunkts bei diesen Thermometern überflüssig, wodurch ihre Länge um einige Zentimeter gekürzt werden kann. Ein weiterer Fortschritt, den die Siedethermometer in den letzten Jahren er-

---

[1]) Abgesehen von anderen, älteren diesbezüglichen Veröffentlichungen sind zu erwähnen die ausführlichen Untersuchungen des Oberstlieutenants Heinrich Hartl, Vergleiche von Quecksilber-Barometern mit Siedethermometern. *Mitth. des K. K. milit.-geogr. Inst.* **12.** *1892.*

Ferner: W. Marek, *diese Zeitschr.* **10.** *S. 283. 1890* und Prof. Dr. W. Jordan, *ebenda S. 341.*

Ausserdem: Prof. Dr. J. Frischauf, Das Höhenmessen mit dem Siedethermometer. *Oesterr. Alpen-Zeitg. 1894. Nr. 394* und Prof. Dr. Bosshard's Abhdlg. im **18.** *Jahrb. d. Schweizer Alpenklubs,* worin derselbe hervorhebt, dass er mit einem von der Phys.-Techn. Reichsanstalt geprüften Siedethermometer bedeutend bessere Resultate als mit einem Aneroïd erzielt habe. Gleichzeitig beschreibt derselbe *a. a. O.* seinen kleinen Siedeapparat, der in kompendiöser Form Spirituslampe und Kochkesselchen enthält.

[2]) Vgl. Fr. Grützmacher, Reduktion der Angaben von Quecksilberthermometern aus Jenaer Glas 59^{III} und 122^{III}, sowie aus Resistenzglas auf das Luftthermometer. *Diese Zeitschr.* **15.** *S. 261. 1895.*

[3]) Vgl. H. F. Wiebe, Untersuchungen über die Temperaturkorrektion der Aneroïde Vidi-Naudet'scher Konstruktion. *Diese Zeitschr.* **10.** *S. 429. 1890.* Auch bei Aneroïden sind in den letzten Jahren Fortschritte zu verzeichnen, sowohl was Material und Konstruktion, als auch was die systematische, dem Gebrauch bei Höhenmessungen möglichst angepasste Prüfung bei der Reichsanstalt anbetrifft. Ueber letztere vgl. Paul Hebe, Apparat zur Prüfung von Aneroïden. *Zeitschr. f. Vermess.* **26.** *S. 365. 1897.*

fahren haben, besteht darin, dass R. Fuess dieselben (wie es der Glastechniker Gustav Eger in Graz nach Prof. Frischauf's Bemerkungen[1]) seinerzeit in ähnlicher Weise auszuführen beabsichtigte), mit einer Skalentheilung von 2 zu 2 *mm* der Spannungskurve des Wasserdampfes[2]) versieht, sodass man direkt Barometerstände ablesen und daraus mit Leichtigkeit die Höhen[3]) ermitteln kann. Um bei der Ablesung jeden Irrthum auszuschliessen und die Genauigkeit zu verdoppeln, würde es von Vortheil sein, die Skalentheilung von *mm* zu *mm* auszuführen und zu diesem Zweck anstatt *eines* Instruments *zwei* mit je halbem bisherigen Skalenumfang anzufertigen.

Das häufig bei Siedebestimmungen eintretende Abdestilliren des Quecksilbers am oberen Fadenende lässt sich in vielen Fällen dadurch vermeiden, dass man etwa 1,5 *cm* des Quecksilberfadens aus dem Apparate herausragen lässt und dafür die Fadenkorrektion anbringt. Der diesbezügliche aus verschiedenen Versuchen abgeleitete Betrag ist für die von der Phys.-Techn. Reichsanstalt, Abth. II, geprüften Instrumente auf der Rückseite der beigegebenen Scheine verzeichnet.

Schliesslich mag hier noch erwähnt werden, dass Dr. Galle[4]) und Clemens Denhardt mehrfach den Wunsch geäussert haben, es möchte eine Zentrale, z. B. die Gesellschaft für Erdkunde, mit genügenden Mitteln ausgerüstet werden, damit sie jederzeit aus einem ständigen Vorrath von wohluntersuchten und bewährten Instrumenten den einzelnen Forschern das Nöthige zum Selbstkostenpreise ablassen könne. Denn auch nach den Erfahrungen des Verf. kommt es leider immer noch vor, dass jüngere Forscher sozusagen in letzter Stunde mit neuen Instrumenten zur Reichsanstalt eilen und dieselben (sogar Aneroïde!) in wenigen Tagen geprüft zu haben wünschen, weil dann das Schiff abgehe. Dass die unter solchen Auspizien begonnenen Forschungsreisen nicht immer die gewünschte Genauigkeit der Resultate erreichen lassen, ist wohl nicht anders zu erwarten.

Charlottenburg, im Juni 1897.

Zur Geschichte des Heliotrops.

Von

E. Hammer.

Unter diesem Titel hat kürzlich Herr Geh. Rath Nagel die Notiz von Herrn Vermessungskommissär Steiff aus der *Zeitschr. f. Vermess.* **24.** *S. 26. 1895*, als Ergänzung seiner eigenen Mittheilungen über die Geschichte des Heliotrops im *Civilingenieur* (*1877. S. 270, S. 629; 1878. S. 301*) in der soeben genannten Zeitschrift (*Civilingenieur 1896. S. 745*) wieder abdrucken lassen. Da der *Civilingenieur* inzwischen aufgehört hat zu erscheinen und in *dieser Zeitschr.* **17.** *S. 1. 1897* vor kurzem die gründliche Untersuchung von Herrn Dr. Repsold über den Antheil seines Grossvaters an der Er-

---

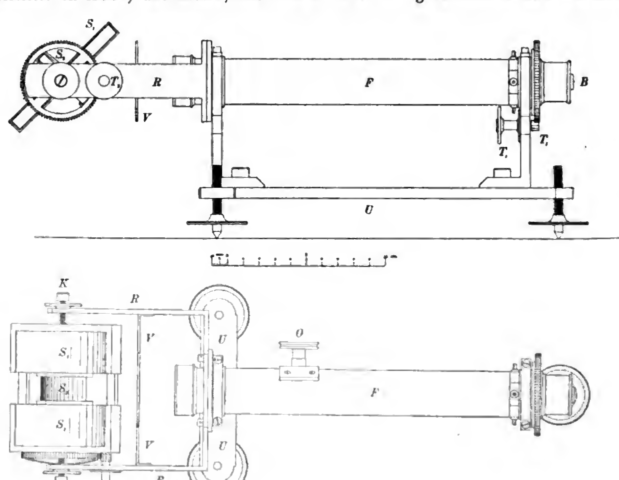
[1]) Vgl. *S. 200. Anm. 1.*

[2]) Vgl. H. F. Wiebe, Ueber die Spannkräfte des Wasserdampfes in Temperaturen zwischen 82 und 100 Grad (*diese Zeitschr.* **13.** *S. 329. 1893*), und die darauf begründeten Tafeln über die Spannkraft des Wasserdampfes zwischen 76 und 101,5 Grad (Braunschweig, F. Vieweg & Sohn. 1894).

[3]) Joh. Frischauf, Tafeln für das Höhenmessen mit dem Siedethermometer. *Oesterr. Alpen-Zeitg. 1894. Nr. 403.*

[4]) Vgl. *S. 193. Anm. 2.*

findung des Heliotrops erschienen ist, so ist es vielleicht hier gestattet, noch Näheres über die von Bohnenberger und Buzengeiger (Mechaniker in Tübingen) nach den Andeutungen von Gauss u. A., aber ohne nähere Kenntniss der Einrichtung der Gauss'schen Instrumente, 1824 hergestellten beiden Heliotrope zu sagen, die Herr Steiff erwähnt. Das eine dieser beiden gleichen Instrumente befindet sich in der geodätischen Sammlung der Technischen Hochschule Stuttgart und nach ihm hat Herr Steiff seine kurze Beschreibung 1894 gemacht. Wenn ich gewusst hätte, dass sie zur Veröffentlichung bestimmt war, so hätte ich schon damals gerathen, eine Abbildung des Instruments beizugeben, die ich nun (nach einer in der Grösse des Originals angefertigten und hier auf $^1/_3$ verkleinerten Zeichnung meines Assistenten Heer) nachliefere; nachdem in dem oben genannten Aufsatz von Herrn



Dr. Repsold mehrere Abbildungen und Entwurfskizzen der ältesten Heliotrope veröffentlicht worden sind, findet vielleicht auch diese Abbildung, die die Vergleichung mit den Gauss'schen Instrumenten ermöglicht, einiges Interesse. Eine Beschreibung ist eigentlich kaum nöthig, doch seien wenigstens die Haupttheile genannt.

Das Instrument stimmt in allem Wesentlichen, Fernrohr mit vor das Objektiv gesetztem Spiegelkreuz, mit dem Gauss'schen überein. Auf dem mit drei Stellschrauben versehenen Unterbau U (auf der Oberfläche der Schiene steht: Buzengeiger, Tübingen) kann das Fernrohr (mit Sonnenglas B versehen) in Lagerringen gedreht werden; es dient dazu ein (etwas unbequem zu benutzender) Trieb T_1. Vorn trägt das Fernrohr einen leichten, wegen des *Objektiv*-Auszugs (Trieb O) etwas weit vor das Objektiv vorragenden Rahmen R, in dem sich um die Kippachse KK und mit Benutzung des Triebwerks T_2 das Spiegelkreuz auf- und abkippen lässt. Dieses besteht aus zwei Planspiegeln, dem grossen in zwei Theile zerlegten Spiegel S_1

und dem kleinen, dazwischen sitzenden S_2, der auf S_1 genau senkrecht steht; der erste kehrt seine Spiegelfläche vom Objektiv weg, der zweite S_2 reflektirt das Sonnenlicht in die Achse des Fernrohrs. Der Steg V dient nur zur Verstärkung des Rahmens R und hat in der Mitte, wie in der Figur angedeutet ist, eine dem Objektiv entsprechende Oeffnung. Beim Gebrauch ist zunächst das Spiegelkreuz so zu richten, dass die Fläche von S_2 die Fernrohrziellinie enthält, sodass man ungehindert den Punkt, der Licht bekommen soll, mit dem Fernrohr aufsuchen und einstellen kann; sodann sind T_1 und T_2 so zu benutzen, d. h. es ist dem Spiegelkreuz eine solche Stellung vor dem Objektiv zu geben, dass S_2 das Sonnenlicht zentrisch in die Fernrohrachse reflektirt. In diesem Augenblick erhält der zuerst mit dem Fernrohr angezielte Punkt das von S_1 reflektirte Sonnenlicht.

Die Einfachheit und bequeme Bedienung der neuern Heliotrope lässt es uns heute leicht verständlich erscheinen, dass der so äusserst glückliche Gauss'sche Gedanke nicht lange in der Form solcher, umständlich zu rektifizirender und theurer Fernrohrinstrumente benutzt wurde. Sehr nahe lag der Weg, den sofort, nachdem Gauss seine Idee ausgesprochen hatte, Schumacher (noch im J. 1821) angab (vgl. Repsold *a. a. O. S. 4* und Fig. 2), und es brauchte nur noch das theure Fernrohr durch ein einfaches, hier genügendes Diopter ersetzt zu werden, um das sogenannte Bertram'sche Heliotrop entstehen zu lassen.

Wenig Beachtung hat, soviel ich sehe und wie zum Schluss noch bemerkt sein mag, bei uns die Einrichtung gefunden, die Perrier, mehrere Jahrzehnte nach Bertram, in Frankreich und Algerien benutzt hat und die eine Zielvorrichtung am Heliotrop selbst ganz entbehrlich macht. Und doch sind Vorrichtungen dieser Art u. U. das Allereinfachste, besonders bei grossen Entfernungen und etwas dunstigem Sommerwetter, wo dem das Heliotrop Bedienenden die Aufsuchung des Zielpunktes, besonders mit den engen Diopterröhren der ältern Bertram'schen Modelle, nicht leicht fällt oder unmöglich ist. Wenn man dagegen in einigen Meter Entfernung (5 *m* oder 10 *m*) von dem Leuchtpunkt einen Zielpunkt genau in der Richtung nach dem fernen Punkt, der Licht erhalten soll, anbringen kann, so gewinnt die Bedienung des Heliotrops sehr an Sicherheit. Es braucht dieser Zielfleck nicht stets das von Perrier benutzte runde Loch in einem Brett auf einem Gerüst zu sein (an Durchmesser ein klein wenig geringer, als dem Strahlenkegel auf die Entfernung des Brettes entspricht), da dies ziemlich theuer ist; man kann vielmehr auch mehrfach auf andre billigere Weise das Diopter entbehrlich machen, z. B. mit Hülfe kleiner weisser Scheibchen aus starker Pappe, die den Lichtkegel nicht stören und die man auf einen genügend verstrebten Pfahl aufstecken kann. Oder aber, man behält die Zielvorrichtung bei und giebt in der Richtung nach dem fernen Zielpunkt (mit kleinem Theodolit auf 1' im Horizontal- und im Höhenwinkel) einen nahen Zielpunkt (Nagelkopf u. dgl.) an, der ebenfalls den Lichtkegel nicht stört. Auf beide Arten habe ich gute Resultate erhalten, während bei direkter Benutzung der Diopterzielung nach dem fernen Punkt durch die oft wenig geübten Heliotropisten bei etwas dunstigem Wetter das Licht oft ganz oder auf längere Zeit ausblieb.

Eine selbstschreibende Atwood'sche Fallmaschine.

Von
Privatdozent Dr. **K. Schreber** in Greifswald.

Eines der ersten Gesetze, welches in der Physik abzuleiten und zu demonstriren ist, ist das Gesetz des freien Falles. Der direkte Nachweis desselben ist schwierig, weil die Erdbeschleunigung zu gross ist. Man hat deshalb besondere Apparate, die sogenannten Fallmaschinen gebaut, welche, der Zahl der unabhängigen Variabeln entsprechend, in zwei Gruppen getheilt werden können. Die zur ersten Gruppe gehörigen Apparate haben das Gemeinsame, dass die Erdbeschleunigung direkt zur Wirkung gelangt, dafür aber die Zeiteinheit sehr klein genommen wird. Derartige Fallmaschinen sind die mit sehr feinen elektromagnetisch auslösbaren Chronoskopen versehenen Apparate, die Mönnich'sche Fallmaschine, die fallende schwingende Stimmgabel u. s. w.[1]). Von diesen verdient wohl die meiste Beachtung die Maschine von Mönnich, denn die schwingenden Stimmgabeln setzen die meist noch nicht vorgetragenen Gesetze der Wellenlehre voraus und die Chronoskope müssen, wenn bei der kurzen Fallzeit die Beobachtung hinreichend genau sein soll, in Bezug auf Auslösung und Arretirung sehr präzis gearbeitet sein, sodass sie sehr theuer werden. Gemeinsam aber haben alle drei Arten dieser Gruppe den Nachtheil, dass sie nur das erste Fallgesetz $s = (g/2)\, t^2$ zu demonstriren gestatten.

Die zur zweiten Gruppe gehörenden Fallmaschinen machen die in der Zeiteinheit durchfallene Strecke dadurch messbar, dass sie die Erdbeschleunigung in messbarer Weise verkleinern, während sie als Zeiteinheit die Sekunde beibehalten. Sie erzielen dadurch bei Demonstrationen den Vortheil, dass das Auditorium den Fall leichter verfolgen kann. Ausserdem aber ermöglichen sie noch den Nachweis des zweiten Gesetzes $v = gt$. Die beiden hier benutzten Prinzipien sind ausgeführt in der Fallrinne von Galilei und der Fallmaschine von Atwood. Beiden gemeinsam ist die bequeme willkürliche Aenderung der Erdbeschleunigung; im Vortheil ist aber die Atwood'sche Fallmaschine, weil sie das zweite Gesetz ohne Unstetigkeit in der Richtung und damit ohne Stoss nachzuweisen gestattet und weil sie ausserdem den in dasselbe Kapitel der Physik gehörenden Nachweis der Beziehungen zwischen Kraft, Masse und Beschleunigung giebt.

Einen Nachtheil aber hat die Atwood'sche Fallmaschine, allerdings gemeinsam mit den meisten anderen Fallapparaten — ausgenommen sind nur die Mönnich'sche Fallmaschine und die fallenden Stimmgabeln, nämlich das Experimentiren ist recht umständlich, weil die zu jeder gewählten Zeit gehörige Fallstrecke durch einen eigenen Fallversuch ermittelt werden muss, und zur Darstellung der Gesetze eine grosse Anzahl von Fallstrecken gehört.

Ich habe versucht, diesem Uebelstande abzuhelfen und dazu das von Mönnich benutzte Prinzip des Aufschreibens auf die Atwood'sche Fallmaschine übertragen. Diese *selbstschreibende* Atwood'sche Fallmaschine hat folgende Form.

Auf dem vom 2 bis $2^1/_2$ *m* hohen Stativ *A* (Fig. 1) getragenen Kopfbrett *K* ruht auf Friktionsrädchen (in der Zeichnung weggelassen) das Fadenrad *R*. Am Stativ *A* ist die Messlatte *L* befestigt, welche auf der dem Auditorium zugekehrten Seite eine Theilung in Zentimeter, auf der entgegengesetzten eine solche in Millimeter trägt, und an welcher der Abhebetisch *T* verschoben werden kann. Die Platte dieses Tisches

[1]) Winkelmann, *Handbuch der Physik* **1.** *S. 112. 1891.*

(Fig. 2) besteht aus einem nahezu vollständigen Kreisring aus Hartgummi. Dicht vor der Latte L, von derselben nur soweit entfernt, dass der Tisch T verschoben werden kann, ist zwischen Kopfbrett K und Grundbrett G der Draht D ausgespannt. Ungefähr 3 *cm* vom Draht D ist zwischen Kopf- und Grundbrett ein Messingrohr C drehbar aufgestellt. Zwischen Draht D und Rohr C fällt der mit Uebergewicht beschwerte Fallkörper F. Derselbe besteht aus einem dünnen scharfrandigen Messingteller, dessen Durchmesser 0,1 bis 0,2 *cm* kleiner ist als die Entfernung vom Draht zum Rohr. Die zur Veränderung der bewegten Masse dienenden Messingscheiben haben einen noch kleineren Durchmesser. Die Uebergewichte sind Hartgummistäbe von 4 bis 5 *cm* Länge.

Am Anfang der Theilung der Latte L befindet sich die Auslösevorrichtung (Fig. 3). Dieselbe besteht aus einer leicht beweglichen Klappe, welche von einer Stütze S in horizontaler Stellung gehalten wird. Diese Stütze ist in der aus der Zeichnung erkennbaren Weise am Stativ A mittels

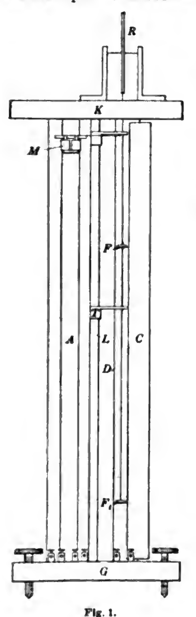


Fig. 1.

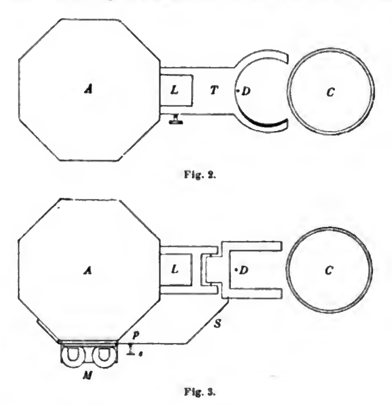


Fig. 2.

Fig. 3.

eines federnden Stahlstreifens befestigt. Nahe an ihrem Drehpunkt trägt diese Feder ein Stück weiches Eisen, welches beim Beginn eines jeden Versuches vom Elektromagneten M angezogen wird. Dadurch verliert die Klappe ihre Stütze und fällt herunter.

Auf das Rohr C wird ein Längsstreifen von Jodkalium-Stärkekleisterpapier geklebt und Rohr C und Draht D mit dem sekundären Stromkreis eines Induktionsapparates verbunden. Wird dieser am Anfang jeder Sekunde erregt, so wird zwischen Draht und Rohr ein Funke genau in der Höhe überspringen, in welcher der Teller des Fallkörpers sich befindet, und man erhält somit durch einen einzigen Versuch das erste Fallgesetz aufgezeichnet.

Um am Anfang jeder Sekunde einen Induktionsstoss zu bewirken, benutzte ich eine Sekundenuhr mit Quecksilberkontakt. Es lässt sich aber auch zu demselben Zwecke sehr leicht ein Metronom abändern, indem man die Achse, auf welcher das

Pendel sitzt, durch den Kasten hindurch verlängert, durch diese Verlängerung senkrecht zu derselben einen horizontalen Draht steckt, dessen nach unten umgebogene Ecken in Quecksilbernäpfe tauchen[1]). Ist das Metronom auf halbe Sekunden eingestellt, so erhält man, wenn beide Drahtenden in Quecksilber tauchen alle halben Sekunden, wenn nur eines eintaucht, alle vollen Sekunden einen Stromschluss.

Die bei diesen Apparaten vorkommenden Quecksilberkontakte schliessen und öffnen den Strom nicht schnell genug, um Induktionsstösse von hinreichender Spannung zu erzeugen.

Ich habe deshalb an der die Auslösungsklappe stützenden Feder *S* einen Platinkontakt *p* angebracht, welcher bei jeder Erregung des Magneten *M* gegen eine Platinspitze *s* schlägt. Der durch den Uhrkontakt gehende Strom wird durch den Elektromagneten geführt; durch den Kontakt *p s* wird dann ein zweiter Stromkreis geschlossen, welcher durch die primäre Spule eines Induktionsapparates mit leichterregbarem Wagner'schen Hammer geht. Macht derselbe recht schnelle Schwingungen, so wird er in der Zeit, während welcher der Kontakt *p s* geschlossen ist, mehrere Induktionsstösse veranlassen, und man wird am Anfang jeder Sekunde nicht nur einen einzelnen, sondern mehrere — bei meinen Versuchen 8 bis 10 — dicht nebeneinanderliegende Flecken erhalten. Dieser Umstand bringt noch gleichzeitig den Vortheil mit sich, dass man den Punkt, an welchem sich der Fallkörper zu Beginn jeder Sekunde befand, auf grössere Entfernungen hin erkennt, als wenn man nur einen Flecken hat.

Auf dem Grundbrette *G* befinden sich für diese verschiedenen Stromkreise drei Paare von Klemmschrauben. Mittels des ersten Paares wird der Elektromagnet *M* in den Stromkreis eingeschaltet, in welchem sich der Uhrkontakt befindet; gleichzeitig ist in diesem Stromkreis ein Stromschlüssel, um den Apparat willkürlich in und ausser Thätigkeit setzen zu können. Durch das zweite Paar wird der primäre Strom des Induktoriums zum Platinkontakt *p s* geführt. Das dritte Paar verbindet Rohr *C* und Draht *D* mit den Polen des sekundären Stromes des Induktoriums[2]).

Als vortheilhafteste Methode, auf grössere Entfernungen hin sichtbare Flecken zu erzielen, habe ich gefunden, dass man den Stärkekleister nicht zu dick, dagegen aber das Jodkalium recht konzentrirt nehmen muss. Das Papier, auf welches der Kleister aufgetragen wird, muss ungeleimt sein und vor dem Aufkleben gut durchfeuchtet werden.

Um mit diesem Apparat das erste Fallgesetz nachzuweisen, genügt wie bei der Mönnich'schen Fallmaschine und den fallenden Stimmgabeln ein einziger Versuch. Man stelle den Teller des zwischen Draht und Rohr befindlichen Fallkörpers auf die durch die Stütze getragene Klappe der Auslösevorrichtung, lege das gewählte Uebergewicht auf, drehe das Rohr so, dass dem Fallkörper gegenüber sich Papier befindet, stelle den Abhebetisch an das untere Ende der Messlatte, gebe eventuell dem Wagner'schen Hammer einen kleinen Stoss, falls derselbe nicht von selbst in Schwingungen geräth, und schliesse den Stromschlüssel. Sobald der Uhrkontakt den ersten Stromkreis schliesst, wird der Elektromagnet erregt und die Stütze unter der Klappe hervorgezogen werden. Diese schlägt herunter und der Fallkörper

[1]) E. Beckmann, Beiträge zur Bestimmung von Molekulargrössen IV; Neuerungen an den Apparaten. *Zeitschr. f. phys. Chem.* **21.** *S. 239. 1896*; vgl. auch *diese Zeitschr.* **17.** *S. 57. 1897.*

[2]) Die Anfertigung dieser selbstschreibenden Atwood'schen Fallmaschine hat Hr. Mechaniker Wittig in Greifswald übernommen.

setzt sich in Bewegung. Gleichzeitig aber wird durch den Kontakt *p s* der zweite Stromkreis geschlossen, der Induktionsapparat erregt, und es springen zwischen Draht *D* und Rohr *C* über den Teller des Fallkörpers hinweg Funken über, welche auf dem Papier Flecken in der Höhe bedingen, in welcher sich gerade der Teller des Fallkörpers befindet. Ist der Fallkörper unten angekommen, so öffnet man den Stromschlüssel.

Ehe man nun zu Ablesungen übergeht, ist es bei Demonstrationen vortheilhaft, den Versuch mit derselben Massenvertheilung zu wiederholen, nachdem man das Rohr um einen kleinen Winkel gedreht hat. Man erhält dann neben der ersten Fleckenreihe eine zweite, welche zeigt, dass der Fallkörper zu entsprechenden Zeiten sich in gleicher Höhe befindet. Die Fallstrecken sind also nicht zufällig, sondern bestimmte Funktionen der Massenvertheilung.

Zum Ablesen der Fallstrecken benutzt man den Abhebetisch als Visir, indem man den dem Rohr zunächst liegenden Theil des Hartgummiringes dem obersten Flecken jeder einzelnen Sekunde gegenüberstellt und an der Messlatte dann die Entfernung vom Anfangspunkt abliest.

Das zweite Fallgesetz beweist man, indem man, wie bei der gewöhnlichen Atwood'schen Fallmaschine, den Abhebetisch so einstellt, dass das Uebergewicht gerade abgehoben wird, wenn der Teller des Fallkörpers sich in der Höhe des ersten Fleckens derjenigen Sekunde befindet, für welche man die Geschwindigkeit bestimmen will. Diese Einstellung erhält man sehr leicht, indem man mit der gewählten Massenvertheilung den Fallkörper, ohne das Uebergewicht abzuheben, herunterfallen lässt. Man stellt dann nach Abheben des Uebergewichts den Teller in der Höhe des ersten Fleckens der gewählten Sekunde ein und giebt dem Abhebetisch eine solche Stellung, dass seine oberste Fläche mit der obersten Messingscheibe des Fallkörpers, auf welche nachher das Uebergewicht wieder gelegt werden soll, in eine Ebene fällt. Stellt man nun den Versuch an, so wird das Uebergewicht gerade an der richtigen Stelle abgehoben.

Ein solcher Versuch zeigt, dass nach dem Abheben die Geschwindigkeit konstant ist, und zwei oder mehrere mit gleicher Massenvertheilung, aber verschiedener Stellung des Abhebetisches vorgenommene Versuche thun dar, dass die Geschwindigkeit der Fallzeit proportional ist.

Diese *selbstschreibende* Atwood'sche Fallmaschine gestattet, wie ich an anderer Stelle[1]) des Näheren ausführen werde, mit wenigen sehr schnell und einfach anzustellenden Fallversuchen nicht nur die beiden Galilei'schen Fallgesetze, die Beziehungen zwischen Kraft, Masse und Beschleunigung zu demonstriren und die Gesetze der Reibung angenähert zu zeigen, sondern sie giebt auch mit *denselben* Versuchen die Gravitationskonstante mit einer für Vorlesungszwecke vorzüglichen Genauigkeit, nämlich bei 4 Versuchen als Mittel aus im Maximum um 3% von einander abweichenden Zahlen den Werth 981,0 $cm\ sek^{-2}$.

---

[1]) Vgl. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterricht* ***10.*** *S. 175. 1897.* — Die Red.

Beiträge zur photographischen Optik[1]).

Von
Prof. Dr. **O. Lummer** in Charlottenburg.

Bei Bearbeitung der photographischen Optik für die 9. Auflage von Müller-Pouillet's „Lehrbuch der Physik"[2]) sah ich mich in der einschlägigen Literatur vergebens nach einem Führer um, der den Leser nicht mit der Aufzählung der zahlreichen Objektivnamen verwirrt, sondern ihn mittels logisch zwingender Gründe von dem prinzipiellen Fortschritt und dem Werth der verschiedenen Typen überzeugt. Wenn auch die praktische, allein in Frage kommende Leistung eines Systems in letzter Instanz nur auf experimentellem Wege zu entscheiden ist, so vermag diese empirische Methode nichts über die Mittel und Wege auszusagen, vermöge deren die festgestellte Leistung erzielt wurde. Mir schien es daher wünschenswerth, auf einem mehr theoretischen Wege ein Urtheil wenigstens über die prinzipiell mögliche Leistung eines Objektivs aus der Art der Konstruktion und den einzelnen gegebenen Daten (Glassorten, Anzahl der brechenden Flächen etc.) zu gewinnen.

Im Allgemeinen kann man um so mehr erreichen, je mehr Elemente (Radien der brechenden Flächen, Abstand derselben von einander, Glasarten etc.) der Berechnung zur Verfügung stehen. Indem man nun analysirt, welchen Bedingungen man bei einer gegebenen Zahl von Elementen genügen kann bezw. welche Bedingungen man erfüllen muss, damit ein Bild von vorgeschriebenen Eigenschaften zu Stande kommt, gewinnt man auch ein Urtheil über die im Bereich der Möglichkeit liegende Leistung eines vorhandenen Objektivs.

Verwirklichung der punktweisen Abbildung.
(Die fünf Seidel'schen Abbildungsfehler.)

Zum besseren Verständniss der Objektive und deren Abbildungsfehler müssen wir kurz auf die Lehre von der Abbildung selbst eingehen. Was zunächst den Zweck der optischen Systeme anlangt, so sollen sie zwei Räume *kollinear* auf einander abbilden, d. h. alle von einem Punkte ausgehenden Strahlen in wieder einem Punkte vereinigen, so zwar, dass einem körperlichen ausgedehnten Gebilde des Objektraumes ein ähnliches Gebilde des Bildraumes punktweise konjugirt ist. Nur bei der Spiegelung an *ebenen* Flächen werden diese Forderungen der punktweisen Abbildung von Objekt- und Bildraum erfüllt. Da aber diese Spiegelung nur eine Lagenänderung, nicht aber eine Grössenänderung bewirkt und ausserdem nur virtuelle Bilder liefert, so ist sie für die photographische Optik von keiner Bedeutung. In der Photographie braucht man Systeme, welche von den Gegenständen *reelle* Bilder entwerfen und noch dazu auf einem *ebenen* Schirm, der photographischen Platte. Man ist also auf *gekrümmte*, spiegelnde oder brechende Flächen angewiesen. Von diesen lässt sich aber ganz allgemein nachweisen, dass sie nicht einmal ein unendlich *kleines*, *körperliches* Gebilde mittels weiter Büschel punktweise und ähnlich abbilden. Aber auch von *ausgedehnten*, *ebenen* Objekten entwerfen sie ein kollineares Abbild nur, wenn die abbildenden Büschel sehr *eng* sind. Nur in dem für die Praxis wiederum bedeutungslosen Spezialfall, dass die wirksamen Strahlen einen unendlich kleinen Winkel mit der System-

[1]) Vorgetragen in der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin am 5. März 1897. — Die Figuren sind theils dem eingangs erwähnten Werk entlehnt, theils von verschiedenen Firmen in dankenswerther Weise zur Verfügung gestellt worden.

[2]) Das Schlussheft der Optik, welches die Darstellung der photographischen Optik enthält, wird in diesen Tagen erscheinen.

achse einschliessen, d. h. dass sowohl das *Sehfeld*, als auch die *Oeffnung* des abbildenden Systems klein sind, besteht eine kollineare Abbildung.

Indem Gauss in den Gleichungen, welche ganz streng aus den Elementen des einfallenden Strahles und der brechenden Fläche die Elemente des gebrochenen Strahles ergeben, die trigonometrischen Funktionen der Winkel zwischen den abbildenden Strahlen und der Achse nach aufsteigenden Potenzen der Argumente entwickelte[1]) und die dritten und höheren Potenzen gegenüber den ersten vernachlässigte, erhielt er eine punktweise Abbildung, welche durch die bekannten Gesetze charakterisirt ist. Diese Gauss'sche Abbildung ist also nur in dem die Systemachse eines zentrirten Systems brechender bezw. spiegelnder Kugelflächen umgebenden unendlich *engen* zylindrischen Raume verwirklicht.

Da eine solche Abbildung für die Praxis keine Bedeutung hat, so strebte man früh darnach, die Abbildungsgrenzen zu erweitern, indem man das Prinzip der *Arbeitstheilung* befolgte.

Beschränkt man sich beim *Mikroskopsystem* und in geringerem Grade auch bei starkvergrössernden Fernrohrobjektiven auf die Abbildung sehr kleiner Gesichtsfelder mittels relativ weitgeöffneter Büschel, so strebt man umgekehrt bei den *Lupen*, Okularen etc. darnach, das Sehfeld möglichst gross zu machen, während man auf die Weite der Büschel verzichtet. Auf der *Verbindung* zweier so konstruirter Systeme zu einem Gesammtsystem beruht bekanntlich die grosse Leistungsfähigkeit der zusammengesetzten Apparate (Mikroskop und Fernrohr).

In der Mitte zwischen beiden Spezialsystemen liegt das dritte, das eigentliche *photographische* Objektiv, welches sowohl ein grosses Sehfeld besitzen als auch mittels weit geöffneter Büschel abbilden soll. Freilich verzichtet man hier von vornherein auf eine so gute punktweise Strahlenvereinigung wie beim Mikroskop, Fernrohrobjektiv, Lupe etc. Auch konstruirt man die photographischen Systeme in Anlehnung an die erstgenannten Spezialsysteme, je nachdem mehr die *Oeffnung* der Büschel oder die *Grösse des Sehfeldes* bevorzugt werden soll.

Entsprechend den verschiedenen Systemarten sind die Bedingungen verschieden, denen dieselben zu genügen haben[2]).

Uns beschäftigen hier nur die photographischen Systeme. Um die Bedingungen für diese Systemarten wenigstens in erster Annäherung zu formuliren, greifen wir zurück auf die von L. Seidel behandelte Abbildung. Seine diesbezüglichen Arbeiten datiren aus den Jahren 1855 und 1856. Die Seidel'sche Abbildungslehre, wie wir dieselbe nennen wollen, umfasst alle diejenigen Strahlen, welche mit der Systemachse einen so grossen Winkel bilden, dass in den Potenzreihen der Sinus und Kosinus jener Winkel auch noch die *dritten* Potenzen zu berücksichtigen sind, während die fünften und höheren Potenzen, als das Resultat nicht wesentlich beeinflussend, vernachlässigt werden können. L. Seidel hat seine Theorie so weit ausgebildet, dass man aus der gefundenen Beziehung konjugirter Strahlen vor und nach der Brechung an einem Linsensystem den Einfluss der Oeffnung sowohl wie des Gesichtsfeldes auf die Vollkommenheit des Bildes erkennt.

[1]) Bekanntlich gilt

$$\sin\alpha = \alpha - \frac{\alpha^3}{1.2.3} + \frac{\alpha^5}{1.2.3.4.5} \cdots, \qquad \cos\alpha = 1 - \frac{\alpha^2}{1.2} + \frac{\alpha^4}{1.2.3.4} \cdots$$

[2]) Die Bedingungen, denen ein Mikroskopsystem, die Lupe, das Okular etc. zu genügen hat, findet man ausführlich behandelt in S. Czapski, Theorie der optischen Instrumente nach E. Abbe. Breslau, Verlag von E. Trewendt, 1893; Abdruck aus A. Winkelmann, Handbuch der Physik. Siehe auch Müller-Pouillet, Optik. 9. Auflage.

Indem Seidel die Bestimmungsstücke konjugirter Strahlen geeignet wählt, erhält er Formeln für die „Korrektionsglieder“, welche zu den Gauss'schen Bestimmungsstücken dazugefügt werden müssen, sollen ausser den ersten auch noch die dritten Potenzen zur Geltung kommen, d. h. ausser den Achsenstrahlen oder den „parachsialen“ auch noch *schiefe* Strahlen zur Abbildung beitragen. In den Formeln für diese Korrektionsglieder kommen nur *fünf* nicht identische Summen vor, welche mit den von den Koordinaten des einfallenden Strahles abhängigen Gliedern multiplizirt sind. Um in der Bildebene die Fehler *dritter* Ordnung für alle Kombinationen der Koordinaten des einfallenden Strahles zum Verschwinden zu bringen, hat man also *fünf* Gleichungen zu genügen. Bezeichnet man diese Summen mit S_1 bis S_5, so wird das Abbild einer Ebene senkrecht zur Achse, vermittelt durch Seidel'sche Strahlen, nur dann ein *scharfes*, *ebenes* und *winkelgetreues* und mit dem Gauss'schen *identisches*, wenn alle Summen S_1 bis S_5 verschwinden.

Gemäss den fünf Summen S_1 bis S_5 unterscheidet man *fünf* Abbildungsfehler. $S_1 = 0$ bedeutet, dass die *sphärische Abweichung* in der Achse aufgehoben ist. Sie ist proportional der *dritten* Potenz der Oeffnung. Ist ausser $S_1 = 0$ auch noch $S_2 = 0$, so ist *reiner Astigmatismus* vorhanden. Jedem Punkt seitlich der Achse entsprechen zwei *Brennlinien*, deren Entfernung längs des Hauptstrahls des Büschels beträchtlich schneller anwächst als der Achsenabstand des Objektpunktes. Der Fehler S_2 ist abhängig vom Quadrat der Oeffnung und der ersten Potenz des Objektabstandes von der Achse. Den verschiedenen Objektpunkten in einer zur Achse senkrechten Ebene kommen also zwei Bildflächen zu, auf denen die beiden Schaaren von Brennlinien gelegen sind und welche sich auf der Achse berühren, da, wo der Achsenpunkt der Objektebene sein Bild nach Gauss hat. Damit beide Flächen zusammenfallen und die Abbildung eine *punktweise* wird, muss noch $S_3 = 0$ sein. Die Bildfläche ist jetzt aber immer noch *gekrümmt*; sie wird *eben*, falls auch $S_4 = 0$ wird, und zwar geht sie dann in die nach der Gauss'schen Theorie gefundene Bildebene über. Beide Fehler S_3 und S_4 sind proportional der ersten Potenz der Oeffnung, aber dem Quadrat des Objektabstandes. Der einzige Fehler *dritter* Ordnung, welchen das Abbild noch enthalten kann, ist eine *Verzerrung* der Aussentheile des Bildes, zu deren Beseitigung noch $S_5 = 0$ gemacht werden muss. Dieser Fehler ist proportional der dritten Potenz des Objektabstandes.

Die Bedingung $S_2 = 0$ ist identisch mit der *Sinusbedingung* für *kleine* Oeffnung des Systems, welche aussagt, dass alle Zonen eines Objektivs gleiche Brennweite besitzen, bezw. der Ausdruck dafür ist, dass alle von einem Flächenelement ausgegangene Strahlung durch das System dem konjugirten Flächenelement zugeführt wird. Da Fraunhofer die Bedingung $S_2 = 0$ bei seinem berühmten Heliometerobjektiv erfüllt hat, so nennt Seidel diese Bedingung die Fraunhofer'sche. Sie ist gleichbedeutend damit, dass, wenn die sphärische Aberration achsenparalleler Strahlen beseitigt ist ($S_1 = 0$), dieselbe auch für *schiefe* Büschel von demselben Querschnitt wie das Achsenbüschel gehoben ist. Ist S_2 *nicht* gleich Null, so erzeugt das schiefe Büschel eine *einseitige* Kaustik, *Koma* genannt.

Würde man die Abbildung bis zur siebenten, neunten etc. Potenz der Winkel untersuchen, so erhielte man andere und andere Bedingungsgleichungen, welche erfüllt sein müssen, damit von einem ebenen Objekt wieder ein ebenes, korrektes und scharfes Abbild entstände[1]).

[1]) Vgl. M. Thiesen, Beiträge zur Dioptrik. *Sitz.-Ber. d. Berl. Akad. 1890. S. 799.* Einen Auszug der Thiesen'schen Lehre, welche die Seidel'sche in sich einschliesst, habe ich in Müller-Pouillet, Optik, *S. 522 bis 525* gegeben.

Verweilen wir bei der Seidel'schen Abbildung und nehmen wir einmal an, es sei ein System frei von den hierbei möglichen fünf Fehlern *dritter* Ordnung. Dann bildet dasselbe zwar eine in gewisser Entfernung vom System befindliche *Ebene fehlerlos* ab, dagegen ist das Bild einer näher oder entfernter gelegenen Ebene *wieder mit Fehlern dritter Ordnung behaftet.* Sollen Objekte in allen Entfernungen bis auf Fehler fünfter Ordnung abgebildet werden, so treten zu den Seidel'schen fünf Gleichungen noch neue hinzu, von denen die eine als Herschel'sche Gleichung bekannt ist[1]). In dieser ist nun die Seidel'sche Bedingung S_2, die Fraunhofer'sche genannt, mit enthalten, so zwar, dass im Allgemeinen die eine nicht erfüllt ist, wenn die andere erfüllt worden ist, und umgekehrt.

Aber auch schon die fehlerfreie Abbildung dritter Ordnung einer einzigen Ebene kann man nur bei Anwendung genügend *getrennter* Flächen erreichen. Setzt man die Abstände der verschiedenen brechenden Flächen von einander gleich Null, so führt bei gleichem Brechungsindex des ersten und letzten Mediums die Erfüllung aller fünf Bedingungen S_1 bis S_5 auf unendlich grosse Brennweiten, d. h. auf einen Spiegel oder eine dickenlose Planparallelplatte. Der *Abstand* der einzelnen brechenden Flächen von einander (Linsendicke) bezw. der verschiedenen System-*Theile* (Trennung in zwei Glieder) ist also ein wesentlicher Faktor zur Erzielung einer Abbildung höherer Ordnung.

Zu den genannten für *einfarbiges* Licht vorhandenen Abbildungsfehlern kommen noch die infolge der *Dispersion* bei weissem Lichte auftretenden. Von diesen am wichtigsten ist die Chromasie der *Schnittweiten* und die Chromasie der *Brennweiten*. Erstere verursacht, dass die verschiedenfarbigen Bilder verschiedene *Orte* auf der Achse einnehmen; sie haftet schon der Gauss'schen Abbildung an. Die Chromasie der Brennweiten bewirkt eine verschiedene *Grösse* der Bilder für die verschiedenen Farben.

Abbildung durch eine kleine Oeffnung. (Lochkamera.)

Um die durch Menschenverstand der Natur abgerungenen Leistungen besser würdigen zu können, wollen wir ganz kurz die einfachste Art der Bilderzeugung besprechen, welche die Natur uns gleichsam von selbst darbietet: *die Abbildung durch eine kleine Oeffnung.*

Die Lochbilder sind im Wesentlichen eine Folge der im Allgemeinen *geradlinigen* Fortpflanzung des Lichtes, welche dadurch ihren Ausdruck gefunden hat, dass man sagt, *das Licht breite sich strahlenförmig aus.* Unter dieser Voraussetzung ist der Abbildungsvorgang der in Fig. 1 geschilderte. In ihr bedeutet P eine undurchsichtige Wand mit der abbildenden Oeffnung ab, Ll das Objekt und TT den auffangenden Schirm. Es gelangt von den einzelnen Objektpunkten Licht nur durch die Oeffnung auf den Schirm. Von jedem Objektpunkt entsteht somit ein heller Fleck, der auf der Ver-

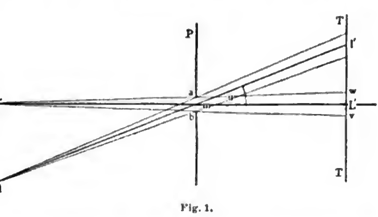


Fig. 1.

[1]) L. Seidel, *Astronom. Nachr. Nr. 1029. S. 326. 1856.*

bindungslinie von Objektpunkt und Mitte der Oeffnung gelegen ist und eine der letzteren ähnliche Gestalt hat. Je weiter das Objekt von der Oeffnung abrückt, um so kleiner wird der jedem Objektpunkte konjugirte Bildfleck, bis bei unendlich entferntem Objekt der Bildfleck genau gleich der Oeffnung geworden ist. Es entsteht also eine gewisse „punktweise" Abbildung, bei welcher jedem Objektpunkt ein kleiner Bildfleck von mindestens gleicher Ausdehnung wie die abbildende Oeffnung zukommt. Insofern hat das Bild der Lochkamera Aehnlichkeit mit dem *unscharf eingestellten* Bilde einer Sammellinse.

Je grösser der Schirmabstand ist, um so weniger überlagern sich die den verschiedenen Objektpunkten konjugirten Bildflecke, um so mehr Einzelheiten zeigt das Lochbild, da ja wenigstens bei grossem Objektabstande der Durchmesser des Bildfleckes sich nur mässig mit dem Schirmabstande ändert. Dies ist auch der Grund dafür, dass die Lochkamera verschieden weit entfernte Objekte gleich deutlich abbildet, d. h. eine grosse „Tiefe" besitzt. Dabei hängt die Deutlichkeit des Bildes nicht ab von der Ebenheit des Schirmes; wie auch der Schirm gekrümmt sei, stets erhält man ein gleich scharfes Bild. Wohl aber ändert sich mit der Gestalt der Schirmfläche die *Aehnlichkeit* des Bildes. Nur wenn der Schirm *eben* ist und seine Fläche *parallel* zur Objektebene steht, erhält man ein dem Objekte vollkommen *ähnliches* Abbild, welches also bis zum *äussersten Rande des Sehfeldes frei von Verzeichnung ist.* Gerade in Folge dieser vorzüglichen Eigenschaft übte man die „Photographie ohne Objektiv" mittels der Lochkamera noch bis in die neueste Zeit aus, wenn es galt, architektonische Bauten, Kirchen mit hohen Thürmen etc. in jeder Beziehung *winkelgetreu* d. h. ein Gesichtsfeld von grosser Ausdehnung *frei von Verzeichnung* aufzunehmen.

Ausser der winkelgetreuen oder *orthoskopischen* Zeichnung und der ausserordentlichen Tiefe besitzt die Lochkamera auch noch ein ganz bedeutendes Sehfeld. Wenn sie gleichwohl den neueren Weitwinkelsystemen das Feld räumen musste, so liegt dies an der geringen Lichtstärke und der grossen Unschärfe der Lochbilder.

Wäre die Anschauung von der geradlinigen Ausbreitung des Lichtes richtig, so müsste die Schärfe des Lochbildes mit der Verkleinerung des Loches stetig zunehmen, wenn auch auf Kosten der Lichtstärke. In Folge der bei relativ enger Oeffnung eintretenden *Beugung* des Lichtes ist aber der Kleinheit der abbildenden Oeffnung eine Grenze gezogen. Von einer gewissen Grösse an nimmt bei Verkleinerung der Oeffnung die Schärfe des Bildes sogar ab, bis schliesslich, wenn die Oeffnung von der Grössenordnung der Wellenlänge geworden ist, die Bildschärfe ganz verloren geht.

Es ist eben die Annahme von der geradlinigen Fortpflanzung des Lichtes eine Abstraktion, die nur bei *ungestörter* Ausbreitung des Lichtes in einem und demselben Medium zutrifft. Ebenso wie bei der Abbildung durch Linsensysteme ist auch bei der Lochkamera eine vollständige Lösung des Problems nur auf Grund der *Beugungstheorie* mit Hülfe der höheren Analysis möglich. Dahin gehört bei der Lochkamera speziell die *numerische* Beziehung zwischen der Grösse der abbildenden Oeffnung, dem Abstand des Objektpunktes von ihr und dem Durchmesser des konjugirten Bildflecks. Der bisher üblichen elementaren Berechnungsweise kommt eine nur geringe praktische Bedeutung zu, wenn sie auch im Stande ist, wenigstens von dem *Verlauf* der Erscheinung bei Grössenänderung der Oeffnung Rechenschaft abzulegen. Diese übrigens schon von Petzval angestellte elementare Berechnung ergiebt, dass bei einer Oeffnung von 0,3 *mm* Durchmesser die Distanz für das schärfste Bild 50 *mm* betragen soll,

während sie nach Experimenten von A. Wagner etwa 100 *mm* beträgt. Lassen wir gleichwohl diese nur angenäherten Zahlen gelten, so ergiebt eine einfache Rechnung, dass ein nach Petzval konstruirtes Portraitobjektiv, welches bei einer Oeffnung von 8 *cm* und einer Brennweite von 30 *cm* eine 10-malige Vergrösserung in der Bildmitte vertrage, die Lochkamera in Bezug auf Lichtstärke etwa 18000-mal, in Bezug auf Schärfe bei gleicher Bildentfernung etwa 180-mal übertrifft. Bei den heutigen lichtstarken Portraitobjektiven, die bei 30 *cm* Brennweite mit einer Oeffnung bis zu 12 *cm* gebraucht werden können, ist die Lichtstärke sogar nahe 40000-mal grösser als das der Lochkamera.

Abbildung durch eine einfache Sammellinse.

Durch Einfügung einer einfachen Sammellinse hinter die Oeffnung der Lochkamera zeichnete Leonardo da Vinci der heutigen photographischen Optik die Bahn vor. So unvollkommen das von einer einfachen Linse entworfene Bild auch ist, für die damalige Zeit bedeutete die Einführung immerhin einen Fortschritt. Vermindert die Linse doch gerade die beiden Hauptmängel der Lochkamera, indem sie ein relativ scharfes und vor allem lichtstarkes Bild liefert. Beide Vorzüge sind eine Folge der Eigenschaft brechender Kugelflächen, die von einem Punkte ausgehenden Strahlen nahe wieder in einem Punkte zu vereinigen, d. h. homozentrische Strahlenbüschel in nahe wieder homozentrische Büschel umzuwandeln.

Wir wollen annehmen, es leiste eine einfache Linse diese Strahlenvereinigung faktisch *punktweise*. Dann entsteht gleichwohl von einem Objektpunkt kein Bild-*Punkt*, sondern ein mehr oder weniger ausgedehntes Bild-*Scheibchen*. Ein System, welches gemäss der geometrischen Konstruktion ein homozentrisches Strahlenbüschel punktweise vereinigt, leistet eben im Sinne der Wellenlehre weiter nichts, als dass es die kugelförmige Wellenfläche der Strahlen eines selbstleuchtenden Punktes umwandelt in eine wieder *kugelförmige* Wellenfläche mit *anders* gelegenem Zentrum. Nun lehrt die Beugungstheorie auf Grund der Interferenz der von der wirksamen Wellenfläche ausgehenden Elementarwellen, dass eine kugelförmige Wellenfläche in ihrer Mittelpunktsebene ein Lichtscheibchen mit abwechselnd dunklen und hellen Ringen erzeugt. Die Ausdehnung dieses vom Rande nach der Mitte an Helligkeit zunehmenden Beugungsscheibchens hängt ab von dem Oeffnungsverhältniss des abbildenden Systems. Je grösser letzteres, um so mehr schrumpft das Beugungsscheibchen zu einem punktförmigen Gebilde zusammen. Im Sinne der Wellenlehre ist also der Bildpunkt lediglich die *Grenze*, welcher sich die resultirende Lichtvertheilung in der Mittelpunktsebene der aus dem optischen System austretenden Wellenfläche in dem Maasse nähert, als der wirksame Theil der Wellenfläche an Ausdehnung zunimmt.

Die physische Optik kennt keinen anderen Begriff vom Bildpunkt.

Beugung von Bildentstehung trennen wollen, heisst Wirkung von Ursache scheiden. Trotzdem begegnet man noch häufig der falschen Vorstellung über den Einfluss der Beugung, als ob dieselbe eine Art Störenfried wäre, den man unter Umständen vermeiden könnte oder der erst durch den Rand der Blende erzeugt würde.

Trifft die Voraussetzung, dass das abbildende System, strahlentheoretisch gesprochen, homozentrische Büschel punktweise vereinigt, d. h. *frei von sphärischer Abweichung* ist, nicht zu, so hat die wirksame Wellenfläche im Bildraum eine von der Kugelform abweichende Gestalt, und die Folge davon ist, dass das System mit Ab-

bildungsfehlern behaftet ist. Um die Abbildung in diesem Falle kennen zu lernen, muss man einmal die *Gestalt* der Wellenfläche bestimmen, sodann aber die von dem wirksamen Theil der Wellenfläche am Orte der Gauss'schen Bildebene erzeugte Beugungswirkung berechnen. Diese Berechnung ist weder einfach noch für jede Form einer Wellenfläche durchführbar[1]).

Was die punktweise Strahlenvereinigung der einfachen Sammellinse anlangt, so kann bei geeigneter Form der Linse und unter Benutzung stark brechenden Materials die sphärische Abweichung lediglich auf ein Minimum reduzirt werden. Immerhin verschwindet die bei relativ kleinem Oeffnungsverhältniss für einfarbiges Licht auftretende Abweichung von der punktweisen Abbildung gegenüber der Unschärfe, welche infolge der Dispersion des Lichtes und zwar bei beliebig kleiner Oeffnung der Linse eintritt. Ist doch der chromatische Zerstreuungskreis etwa gleich dem 33. Theil des Linsendurchmessers[2]).

Infolge der chromatischen Abweichung ist nun das Linsenbild dem Lochbild nur unwesentlich überlegen. Berücksichtigt man nur den Beugungseffekt (unter der Annahme geometrisch punktweiser Strahlenbrechung) und den chromatischen Zerstreuungskreis, so ergiebt eine angenäherte Rechnung, dass die Unschärfe bei einer einfachen Linse für eine Oeffnung von 3 *mm* und ein Oeffnungsverhältniss von $^1/_{100}$ ein ***Minimum*** ist und zwar gleich 0,244 *mm*. Das Linsenbild ist somit dem Lochbilde rund 24-mal an Intensität und 5-mal an Schärfe überlegen[3]).

Diese nicht gerade bedeutende Steigerung zweier der wichtigsten Eigenschaften, der Lichtstärke und Schärfe der Bilder, welche man durch Anwendung einer einfachen Sammellinse statt einer Oeffnung gewonnen hat, ist nun aber durch die damit verbundenen Nachtheile theuer genug erkauft.

Zunächst entsteht das deutlichste Abbild eines Objektes nur an einer ganz gewissen Stelle, deren Ort mit der Entfernung des Objektes variirt, während bei der Lochkamera, wenigstens für genügend weit entfernte Objekte, das Bild in jedem Abstande von der Oeffnung gleich scharf ist. Das Linsenbild zeigt also eine nur geringe Tiefe.

Ausserdem ist in Folge der Dispersion des Lichtes die einfache Sammellinse mit dem sogenannten *chemischen Fokus* behaftet.

Dieser Fehler äussert sich dadurch, dass das auf der photographischen Platte fixirte Bild trotz vorheriger scharfer Einstellung durch das Auge den Eindruck macht,

---

[1]) Neuerdings hat K. Strehl die Frage, welche Lichtvertheilung eine *nicht*-kugelförmige Wellenfläche am Orte der Gauss'schen Bildebene, bezw. im Bildraume bewirkt, einem genauen Studium unterworfen. Siehe K. Strehl, Theorie des Fernrohrs auf Grund der Beugung (Leipzig 1894), und seine in *dieser Zeitschr.* publizirten Aufsätze.

[2]) Dies war der Grund, weshalb man zu einer Zeit, da die Achromasie noch unerreichbar schien, Linsen mit sehr langen Brennweiten anwandte bezw. von den brechenden zu den *spiegelnden* Systemen überging. Bald hatte man diejenige Form der spiegelnden Flächen herausgefunden, welche *alle* von einem Punkte kommenden Strahlen *aberrationsfrei* vereinigen und von einem weissen Objektpunkt wieder einen *farblosen* Punkt entwerfen. Dass diese am besten *„aberrationsfrei“* genannten Flächen dennoch ausser in ganz einzelnen Fällen (Scheinwerfer) keine Anwendung gefunden haben, liegt daran, dass sie nicht in dem Abbe'schen Sinne *„aplanatisch“* sind und ausser dem bevorzugten Achsenpunkt nicht auch noch die ihm seitlich benachbarten Punkte aberrationsfrei abbilden. Dies ist bei der Seidel'schen Abbildung erst der Fall, wenn ausser $S_1 = 0$ auch noch $S_2 = 0$ wird, d. h. die Fraunhofer'sche Bedingung bezw. bei beliebiger Weite der Büschel die *Sinusbedingung* erfüllt ist.

[3]) Diese Vergleichung zwischen der Leistung der Lochkamera, der einfachen Linse und dem zweilinsigen Achromaten in Bezug auf die Lichtstärke und Bildschärfe hat schon Petzval angestellt. Siehe „Bericht über die Ergebnisse einiger dioptrischen Untersuchungen.“ Pesth 1843.

als ob nicht scharf eingestellt worden wäre. Es ist eben die photographische Platte für einen anderen Spektralbezirk empfindlich wie das menschliche Auge.

Sowohl die „Tiefenaberration“ wie der „Fokusdifferenzfehler“ werden mit Verkleinerung der Linsenöffnung ebenfalls vermindert. Und da schon wegen der sphärischen Aberration keine grosse Oeffnung genommen werden darf, so sind jene Fehler noch relativ klein im Vergleich zu denen der *schiefen* Büschel.

Bei der Abbildung mittels der einfachen Sammellinse bei enger Oeffnung treten also hauptsächlich die folgenden drei Fehler auf: *Astigmatismus*, *Bildwölbung* und *Verzerrung*, welche um so stärker hervortreten, je grösser die Neigung der Büschel, d. h. je grösser das Gesichtsfeld ist.

Zur Beseitigung dieser Fehler lässt sich nicht viel thun, wenigstens nicht auf dem Wege der Kompensation. Wohl aber kann eine Verminderung derselben durch die *Gestalt* der Linse (*Meniskenform*) und durch eine geeignete *Abblendung* (Vorderblende) herbeigeführt werden.

Giebt der Meniskus kraft seiner Gestalt ein scharfes Bild von grösserer Ausdehnung als die gewöhnliche bikonvexe Form, so bewirkt eine an geeigneter Stelle befindliche Blende, dass das beste Bild auf einer *Ebene* sich entwickelt.

Einfluss des Blendenabstandes auf Bildebenung und Verzerrung. Ursache der Verzerrung.

Um den Einfluss der Blendenstellung auf die Lage der ausserachsialen Bildpunkte kennen zu lernen, müssen wir erinnern an die Eigenschaften des Astigmatismus, von einem Objektpunkte statt eines Bildpunktes *zwei* von einander getrennte *Brennlinien* m_1 und m_2 (Fig. 2) zu erzeugen. Die den verschiedenen Objektpunkten entsprechenden Brennlinien m_1 bezw. m_2 liegen auf je einer gewölbten Fläche K_1 bezw. K_2, welche sich im Schnittpunkte E der Achsenstrahlen berühren. Bilden sich auf der einen Fläche konzentrische *Kreise* oder *tangentiale* Linienelemente scharf ab, so auf der anderen die *Radien* der Kreise, also *radiale* Linienelemente.

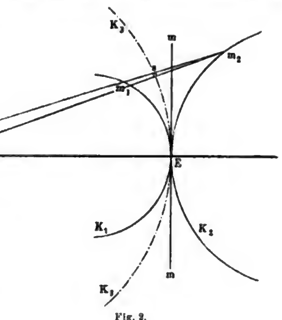


Fig. 2.

Auf einer *ebenen* photographischen Platte am Orte des Brennpunktes E der Linse entsteht weder von den Kreisen noch von den Radien ein scharfes Bild, da die schiefen astigmatischen Büschel von ihr in Ellipsen geschnitten werden.

Ganz allgemein fasst man die zwischen den Brennlinien gelegene *Stelle der engsten Einschnürung s* als das Bild des Objektpunktes auf. Bei reinem Astigmatismus und einer kreisförmigen Blende ist dieser kleinste Büschelquerschnitt ebenfalls *kreisförmig*. Diese an Stelle der verschiedenen Objektpunkte auftretenden Zerstreuungskreise liegen im Allgemeinen ebenfalls auf einer *gewölbten* Fläche K_3, welche gleichfalls die Achse im Brennpunkte E schneidet. Es wäre also da, wo der Astigmatismus *nicht* gehoben werden kann, schon viel gewonnen, wenn man wenigstens die zwischen den Brennlinien jedes schiefen Büschels gelegene kleinste Einschnürung für *alle*

Büschel in die Bildebene Em der Nullstrahlen verlegen, also Fläche K_3 mit Ebene Em zur Koïnzidenz bringen könnte.

In der That erreicht man dies durch *Anwendung einer vor der Linse in gewisser Entfernung befindlichen sogenannten Vorderblende P* (Fig. 3).

Wie die Figur ohne Weiteres lehrt, schneidet die abstehende Blende aus jedem Büschel ein Partialbüschel aus, welches allein wirksam wird, während die anderen Strahlen unterdrückt werden; und während ferner bei eng anliegender Blende alle diese Partialbüschel ein und dieselbe, nämlich die mittlere Zone der Linse durchsetzen, durchstossen bei *entfernter* Blende die wirksamen Partialbüschel die Linse an *verschiedenen* Stellen, und zwar um so näher ihrer Randzone, je grösser die Neigung der Büschelachse gegen die Linsenachse ist.

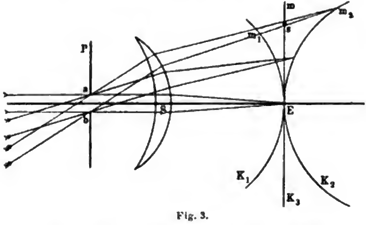


Fig. 3.

Die Erfahrung lehrt, dass bei gewisser Entfernung der Blende für jeden Meniskus wirklich die kleinsten Querschnitte aller schiefen Büschel fast nahe in die Bildebene Em der Achsenstrahlen verlegt werden können. Weit entfernt von dem, was wir als Bild-*Ebenung* bezeichnet haben, kann die durch eine Vorderblende bewirkte Aenderung des Strahlenganges nur eine *künstliche Bildstreckung* genannt werden. Was unter Bildwölbung im Sinne der Seidel'schen fünf Abbildungsfehler verstanden wird, ist lediglich die Wölbung eines *punktweisen* Abbildes. Nur wenn bei Aufhebung der Bildwölbung, also Herstellung der Bildebenung, die punktweise Strahlenvereinigung erhalten bleibt, kann von einer *Beseitigung* dieses Fehlers gesprochen werden. Wir kommen hierauf bei Besprechung des zweilinsigen Achromaten zurück.

Hier aber wird nur eine *Verschiebung* des kleinsten Querschnittes der astigmatischen Differenz $m_1 m_2$ bewirkt, unter Umständen selbst durch Vergrösserung der Strecke $m_1 m_2$. Ja, dieses künstliche Geradebiegen des Bildes *ist überhaupt nur möglich, wo ein genügender Mangel* an punktweiser Strahlenvereinigung vorhanden ist[1]). Nur in solchem Falle kann der Schnittpunkt eines durch eine enge Blende aus einem vollen Büschel ausgeschnittenen Partialbüschels durch Lagenänderung der Blende ebenfalls in seiner Lage geändert werden. In Fig. 4 ist dieser Vorgang anschaulich gemacht worden.

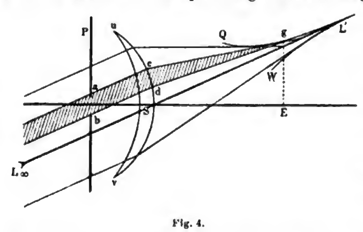


Fig. 4.

Das volle schiefe Büschel mit der Oeffnung uv der Linse S bildet, soweit nur die in der Papierebene verlaufenden Meridionalstrahlen in Betracht kommen, eine *kaustische Kurve* $QL'W$, welche, nebenbei bemerkt, nicht symmetrisch zur Büschelachse $L_\infty SL'$ gelegen ist. Nur die einander benachbarten Strahlen werden sich mehr oder weniger in einem Punkte bezw. in einer kleinen Brennlinie schneiden. Durch

[1]) Diese einfache Erkenntniss erlaubt gleichwohl wichtige Schlüsse bei den später zu erörternden symmetrischen Doppelobjektiven.

Anwendung der Blende P mit der engen Oeffnung $a\,b$ werden nun alle Strahlen des schiefen Büschels $u\,v$ bis auf das in der Figur schraffirt gezeichnete Partialbüschel $c\,d$ abgeblendet. In Folge dessen entsteht an Stelle der kaustischen Kurve $Q\,L'\,W$ jetzt vom Objektpunkte L_∞ ein nahe definirtes Bild bei g. Je näher die Blende P an S heranrückt, um so näher rückt $c\,d$ nach der Linsenmitte und der „Bildpunkt“ g nach L'. Sobald also die Blende mit der Linse zusammenfällt, durchsetzen alle wirksamen Partialbüschel die Mitte der Linse, und die *Spitzen* L' der verschiedenen Kaustiken bilden die Lage der meridionalen „Bildpunkte“. Sobald aber der Blendenabstand genügend gross ist, durchsetzen die verschiedenen Partialbüschel *verschiedene* Zonen der Linse, und von jeder Kaustik kommt nur eine Stelle g zur Wirkung. Die benutzte Zone liegt um so näher dem Rande der Linse, und die wirksame Stelle g der Kaustik liegt um so weiter von der Spitze L' ab, je grösser die Neigung des Büschels $u\,v$ ist, dem das Partialbüschel $a\,b$ angehört.

Nach einander kann man diesen Verlauf des Strahlenganges auch hervorbringen, indem man die Blende P ganz an die Linse rückt und längs ihrer Fläche in vertikaler Richtung verschiebt. Aber nur die *achsiale* Blendenverschiebung vermag *gleichzeitig* aus den verschiedenen Büscheln ganz verschieden gelegene Partialbüschel auszuschneiden.

Hand in Hand mit der Vergrösserung des Blendenabstandes und der hierdurch erzielten „Bildstreckung“ machen sich aber andere Uebelstände bemerkbar. Zunächst sei der geringfügigere Fehler erwähnt, dass sowohl die Grösse des Sehfeldes als auch der gleichmässig beleuchtete Theil des Bildes verkleinert wird. Der weitaus schlimmere Fehler aber ist die *Verzerrung* (*Distortion*) des Bildes.

Bedingung für winkelgetreue Zeichnung (Orthoskopie).

Sind die vier ersten Seidel'schen Bedingungen (S_1 bis S_4) erfüllt, so entwirft das System von einer Objektebene senkrecht zur Achse ein punktweise scharfes Abbild in wieder einer *Ebene* senkrecht zur Achse, welches aber erst dann dem Objekt *perspektivisch ähnlich* ist, sobald auch noch $S_5 = 0$ geworden ist. Diese Bedingung bezieht sich nothwendig auf den Gang der *Hauptstrahlen* und lässt sich durch einfache Betrachtungen ableiten.

Zunächst ist es klar, dass überall da, wo wie bei der *Lochkamera* (Fig. 1) die Hauptstrahlen vom Objekt- zum konjugirten Bildpunkte *ungebrochen* weitergehen, die perspektivische Aehnlichkeit von selbst erfüllt ist. Ist doch die Mitte der abbildenden Oeffnung, in der sich die Hauptstrahlen kreuzen, das Projektionszentrum, und werden demnach die perspektivischen Hauptstrahlenbüschel von einander parallelen Ebenen in *ähnlichen* Figuren geschnitten. Da bei der Lochkamera in der That einem ebenen Objekt wieder ein ebenes Abbild entspricht, wenn auch von geringer Bildschärfe, so muss die Lochkamera infolge des *geradlinigen* Verlaufs der Hauptstrahlen nothwendig ein bis zum Rande des Sehfeldes perspektivisch ähnliches Bild entwerfen.

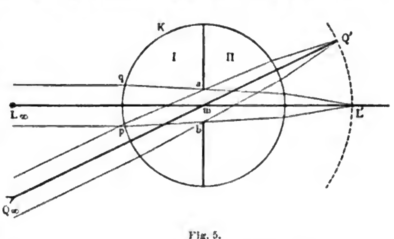


Fig. 5.

Ganz derselbe Verlauf der Hauptstrahlen findet statt bei der *kugelförmigen* Linse (Fig. 5) mit enger zentraler Blende $a\,b$. Auch hier gehen die Hauptstrahlen *geradlinig*

vom Objektpunkt zum konjugirten Bildpunkt. Soll auch hier das Bild dem Objekt ähnlich sein, so müssten parallele zur Achse senkrechte Ebenen einander punktweise konjugirt bezw. zugeordnet sein. Wie die Figur lehrt, entwirft die Kugellinse von einem *ebenen* Objekt ein *gewölbtes*, wenn auch, wenigstens bei relativ kleiner Oeffnung, scharfes Abbild. Wohl schneiden die Hauptstrahlen aus einer ebenen photographischen Platte ein dem Objekt ähnliches Bild aus, dasselbe ist aber nur in seinem mittleren Theile scharf, während seine Schärfe von der Mitte zum Rand schnell abnimmt. Das auf einer geeignet gekrümmten Platte aufgefangene bis zum Rand scharfe Bild $Q'L'$ andrerseits ist seinem unendlich fernen ebenen Objekt *unähnlich*.

Erleiden die Hauptstrahlen, wie bei den meisten Objektiven, beim Durchgang durch das System eine *Brechung*, so muss der Verlauf derselben gewissen Gesetzen gehorchen, soll auch jetzt noch Orthoskopie vorhanden sein.

Wir haben erwähnt, dass eine einfache Linse mit *Vorderblende* eine Verzerrung im Bilde hervorruft, die um so grösser ist, je weiter die Blende von der Linse abrückt. Wir wollen zunächst an diesem einfachen Fall die Frage erörtern, welches der Gang der Hauptstrahlen sein muss, damit eine *ähnliche* Abbildung stattfindet. Dabei werde die Annahme gemacht, dass das System S eine zur Achse senkrechte Objektebene in einer wieder zur Achse senkrechten Ebene scharf abbilde. Liegt, wie

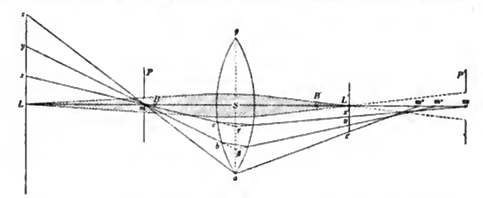


Fig. 6.

in Fig. 6, die Blende P *vor* dem System, so durchdringen die Hauptstrahlen im Objektraum die Achse alle in ein- und demselben Punkte, dem Ort m der Blende, gelangen dann zum abbildenden System und werden nach den Regeln der geometrischen Optik gebrochen. Je nach der Korrektion des Systems ist der Verlauf dieser gebrochenen Hauptstrahlen ein verschiedener. Ist das System eine einfache Sammellinse, so schneiden die Randstrahlen nach der Brechung die Achse früher als die Achsenstrahlen; es seien m', m'', m''' die den gezeichneten Hauptstrahlen $m\,a$, $m\,b$, $m\,c$ entsprechenden Schnittpunkte. Ferner seien α (identisch mit a) β, γ etc. die Punkte, in denen sich die verlängerten, einander *konjugirten* Hauptstrahlen schneiden; diese mögen die *Hauptpunkte* der *schiefen* Büschel oder kurz der Hauptstrahlen heissen.

Der Annahme gemäss erzeugt das System S von einem ebenen Objekt punktweise ein *ebenes* Abbild. Demnach haben die in einer zur Achse senkrechten Ebene gelegenen Objektpunkte ihre Bildpunkte da, wo die von den Objektpunkten ausgehenden Hauptstrahlen nach der Brechung im Bildraum von der *konjugirten*, ebenfalls zur Achse senkrechten Ebene geschnitten werden. Die Orthoskopie oder ähnliche Abbildung erheischt demnach, dass alle zu einander konjugirten Hauptstrahlenpaare aus den konjugirten Ebenenpaaren *ähnliche* Figuren ausschneiden. Dies ist aber nur der Fall, wenn die im Objektraum sich schneidenden Hauptstrahlen *auch im Bildraume sich in einem Punkte kreuzen und die Schnittpunkte (α, β, γ etc.) konjugirter Hauptstrahlen auf einer zur Achse senkrechten Ebene liegen.*

In diesem Falle gehören die Hauptstrahlen perspektivischen Strahlenbüscheln an und, wo man auch einen zur Achse senkrechten Schnitt führt, stets sind die ausgeschnittenen Figuren einander perspektivisch ähnlich. Sind die beiden aufgestellten Bedingungen gleichzeitig erfüllt, so ist das abbildende System für *alle* Objektentfernungen orthoskopisch.

Liegen die Hauptpunkte auf einer zur Achse senkrechten Ebene, so bleibt als einzige und hinreichende Bedingung für orthoskopische Zeichnung die Forderung der *punktweisen Vereinigung aller Hauptstrahlen übrig.* Diese ist aber gleichbedeutend damit, dass die Linse alle von *m* ausgehenden Strahlen in einem einzigen Punkte aberrationsfrei vereinigt, d. h. *in Bezug auf den Ort m der Blende P und dessen Gauss'sches Bild m' frei von sphärischer Abweichung ist*[1]).

Ist bei einem System die „sphärische Aberration der Hauptstrahlen" beseitigt, so entscheidet die Lage der Hauptpunkte, ob das System verzeichnet und welcher Art die Verzeichnung ist. Die weitere Forderung, dass alle Hauptpunkte auf einer zur Achse senkrechten Ebene liegen, ist identisch mit der *Tangentenbedingung.* Sagt dieselbe doch aus, dass das Verhältniss der Tangenten der Winkel zwischen Hauptstrahl und

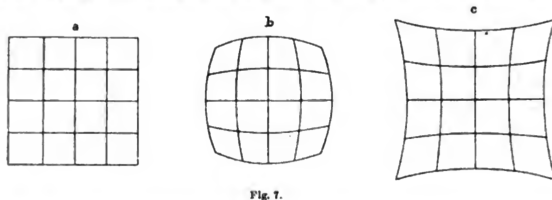


Fig. 7.

Achse für *alle* konjugirten Hauptstrahlen *konstant* sei[2]). Jedenfalls erheischt aber die ähnliche Abbildung des ganzen Objektraumes *ausser* der Konstanz des Tangentenverhältnisses die *sphärische Korrektion des Systems für den Ort der Blende und sein Bild* und zwar für das von den wirksamen Hauptstrahlen benutzte Oeffnungsverhältniss (ag/mS).

Bei einer dünnen bikonvexen Linse, wo die Hauptpunkte nahe auf deren Mittelebene ag liegen, giebt der Verlauf der Hauptstrahlen allein schon Auskunft über die Art der Verzeichnung, deren Grösse und deren Veränderung bei einer Ortsänderung der Blende, des Objektes oder der Linse. Zunächst weiss man, dass eine positive einfache Linse die Randstrahlen *stärker* bricht wie die Achsenstrahlen. Wenn daher wie in Fig. 6 vom Objekt und der Vorderblende reelle Bilder erzeugt werden, folgt aus der gegenseitigen Lage derselben ohne Weiteres, dass gleichgrosse Objektstrecken $(Lx = xy = yz$ etc.) nach dem Rande des Sehfeldes hin eine *Verkleinerung* erfahren $(L'x' > x'y' > y'z')$. Von einem Netz sich rechtwinklig schneidender Linien (Fig. 7a) entsteht also ein verzerrtes Bild, ähnlich der Fig. 7b. Wir wollen diese Art der Verzeichnung als *negativ* bezeichnen. (Fortsetzung folgt.)

[1]) Beim *Aplanat*-Typus oder den *„Doppelobjektiven"* von genau zur Blendenmitte symmetrischem Bau ist die Lage der Hauptpunkte überhaupt von keiner Bedeutung. Da in Folge des symmetrischen Strahlengangs die konjugirten Hauptstrahlen einander parallel laufen, so genügt, wie wir später zeigen werden, die *punktweise* reelle oder virtuelle Vereinigung der ein- und austretenden Hauptstrahlen oder in anderen Worten die *sphärische Korrektion des Systems in Bezug auf die „Ein- und Austrittspupille"* zur Herstellung *vollkommener Orthoskopie.*

[2]) Vgl. S. Czapski. *A. a. O. S. 110 bis 113.*

Referate.

Eine neue Art der Unterstützung grosser Spiegel.

Von G. W. Ritchey. *Astrophys. Journ.* **5.** *S. 143. 1897.*

Dass die grossen Spiegelteleskope mit den Refraktoren in der Erzeugung scharfer Bilder nicht rivalisiren können, rührt zum grossen Theil von der Biegung her, die die Spiegel durch die Schwere erleiden. Hier sucht Verfasser die bessernde Hand anzulegen, indem er eine neue Unterstützung für die Spiegel vorschlägt.

Er theilt die Rückfläche des Spiegels in eine Anzahl gleicher Theile ein, etwa in 12, indem er mit der Hälfte des Spiegelradius aus der Mitte der Rückfläche einen mit dem Rand konzentrischen Kreis zieht und den inneren Kreis in drei gleiche Sektoren, den Kreisring aber in neun kongruente Stücke theilt. Die an Flächeninhalt gleichen Theile werden in ihren Schwerpunkten unterstützt. An drei symmetrisch gelegenen Stellen geschieht dies durch starke, den Boden einer gusseisernen Platte durchdringende Schrauben, welche gehärtete, polirte Stahlplatten gegen die Rückfläche des Spiegels drücken. Gegen die übrigen neun Flächenstücke wirken doppelarmige Hebel mit ihren kurzen Enden, und zwar werden die Hebel so regulirt, dass jeder den über ihm befindlichen Theil des Spiegels gerade trägt, in unserem Falle also $^1/_{12}$ des Gesammtgewichtes. Auf jede der drei Schrauben entfällt dann natürlich ein gleicher Antheil.

Um eine seitliche Verschiebung des Spiegels unmöglich zu machen, wird er durch zwei um 90° von einander stehende Federn gegen zwei diesen diametral gegenüber befindliche Bogenstücke gedrückt, welche auf der erwähnten gusseisernen Platte aufsitzen. Dieser Druck ist jedoch nur ein schwacher; der Hauptsache nach wird die seitliche Verschiebung, insofern sie nämlich bei schiefer Stellung des Spiegels durch das Gewicht desselben bedingt sein würde, wiederum durch ein System von Hebeln verhütet. Um den Rand des Spiegels ist zunächst ein Ring von hartem Leder und um diesen ein Metallring gelegt. In Hervorragungen an diesem Metallring greifen mit ihren kurzen Armen acht Hebel ein, welche in Kugelgelenken, die auf der gusseisernen Platte ruhen, drehbar sind und bei horizontaler Lage des Spiegels durch Oeffnungen in der Platte vertikal herunterhängen, ohne wirksam zu sein, um so stärker aber wirken, je mehr der Spiegel geneigt wird.

Auch die Rückseite der homogenen, gut gekühlten Glasmasse soll polirt und versilbert sein, weil sonst eine Ursache für Temperaturunterschiede in der Glasmasse gegeben wäre.

Bei dem Spiegel von 150 *cm* Durchmesser, welchen Verf. herstellen will, wird die von ihm in Vorschlag gebrachte Art der Unterstützung jedenfalls die Probe auf ihre Brauchbarkeit zu bestehen haben. *Kn.*

Ueber einen Apparat, der Konvektionsströme anzeigt, und seine Verwendung als Kalorimeter.

Von Alfred Bennett. *Engineering* **63.** *S. 239. 1897.*

Das Thermoskop, welches Joule i. J. 1863 in Manchester vorführte, bestand im Wesentlichen aus einer der Länge nach durch eine Scheidewand getheilten Röhre, deren beide Hälften indessen oben und unten kommunizirten. Wurde eine Seite dieser Röhre einer höheren Temperatur als die andere ausgesetzt, so entstand eine Luftbewegung, welche oben von der warmen zur kalten, unten von der kalten zur warmen Abtheilung gerichtet war. Aus der Ablenkung einer in der oberen Oeffnung mittels Seidenfadens aufgehängten Magnetnadel konnte alsdann die zwischen den beiden Luftsäulen bestehende Druckdifferenz abgeleitet werden.

Der vom Verfasser beschriebene Apparat hat mit diesem Joule'schen einige Aehnlichkeit, ohne dass jedoch der Verfasser jene ältere Konstruktion gekannt hätte. An Stelle der aufgehängten Nadel wurde als Index ein leichtes, in Spitzen laufendes Flügelrädchen benutzt, wie es Fig. 1 erkennen lässt. Dieses Flügelrädchen E ist von einer unten offenen

Glasröhre *A* umgeben, über welche sich ein trichterförmiger Schornstein *B* erhebt. Das Ganze ist von einer Glasglocke *G* überdeckt.

Wird ein solcher Apparat, welchen der Verfasser „Konvektionsmühle“ nennt, im Freien aufgestellt, so dringt die strahlende Wärme der Sonne oder des Tageslichts durch die Glasglocke und den Glaszylinder hindurch und erwärmt die Mühle und alle sonstigen Theile des Apparates. Die erwärmte Luft steigt dann im Schornstein auf, wird bei Berührung mit der kälteren Glaswand abgekühlt, sinkt zu Boden und tritt darauf von unten her wieder in den Glaszylinder ein. Es entsteht somit ein dauernder Luftstrom in der Richtung, die die Pfeile angeben, und es wird durch diesen die Mühle in Bewegung gesetzt. Die Anzahl der Rotationen der Mühle in einer gegebenen Zeit erlaubt einen Schluss auf die Grösse der Wärmestrahlung. Das Instrument dürfte deshalb zur Verwendung in der Meteorologie be-

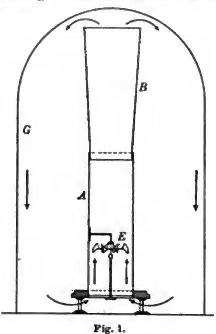


Fig. 1.

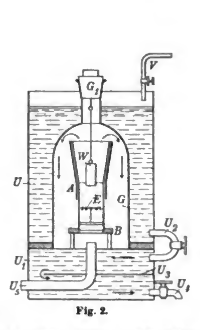


Fig. 2.

sonders geeignet sein; der Verfasser geht gerade auf diesen Punkt etwas näher ein und hebt hervor, dass er im Stande war, mit seinen Konvektionsmühlen die Strahlung des Mondes nachzuweisen.

Von der grossen Zahl verschiedener Konstruktionen, die der Verfasser anführt, dürfte wesentliches Interesse nur derjenigen zukommen, welche in Fig. 2 abgebildet ist. Die oben mit einer Oeffnung versehene Glasglocke ist hier in ein grösseres Gefäss *U* eingesetzt, welches durch einen bei *V* eintretenden Wasserstrom auf einer konstanten Temperatur gehalten wird; der Wasserstrom verlässt das Gefäss *U* durch die Oeffnung U_2 und fliesst nach Durchsetzung zweier Kästen U_1 und U_3 durch U_4 ab. Die Röhre U_5 dient zur event. Füllung des Innenraumes mit einem beliebigen Gase. Solange ein völliges Temperaturgleichgewicht noch nicht erreicht ist, rotirt die Mühle *E*; sie gelangt erst zum Stillstand, sobald die Temperatur des Innenraumes nur noch $^1/_6{}^0$ C. von derjenigen des umgebenden Wassers verschieden ist.

Wird nun ein Körper *W* von irgend einer Substanz bis zu einer bestimmten Temperatur erwärmt und alsdann, an dem luftdicht schliessenden Stopfen G_1 hängend, in den Raum oberhalb der Mühle *E* eingesenkt, so wird in Folge des gestörten Temperaturgleichgewichtes die Mühle sofort wieder zu rotiren beginnen, und diese Rotation wird erst aufhören, sobald der Innenraum in der Temperatur wiederum bis auf $^1/_6{}^0$ C. derjenigen des fliessenden Wassers gleich ist. Aus der Anzahl der in dieser Zeit erfolgten Umdrehungen der Konvektionsmühle kann man sodann einen Schluss auf die von dem Körper *W* abgegebene Wärmemenge ziehen und hieraus die spezifische Wärme der Substanz *W* berechnen.

Hing man beispielsweise einen Bleizylinder, dessen Temperatur 11°,4 betrug, über der Mühle auf, während das fliessende Wasser eine Temperatur von 5°,2 besass, so beobachtete man für diese Temperaturdifferenz eine 101,5-malige Umdrehung der Mühle. Ein Kupfer-

zylinder gab bei denselben Temperaturen 307,4 Umdrehungen. Nimmt man die spezifische Wärme von Blei zu 0,031, so folgt hieraus in direkter Proportion die spezifische Wärme des Kupfers gleich $0{,}031 \cdot \frac{307{,}4}{101{,}5} = 0{,}0939$, was in guter Uebereinstimmung mit bekannten Werthen ist.

Auch zur Bestimmung der spezifischen Wärme von Gasen ist der Apparat verwendbar. Man bringt alsdann unterhalb der Mühle eine Heizschlange an, durch welche man bekannte Mengen des zu untersuchenden Gases hindurchleitet; in diesem Falle lässt sich die spezifische Wärme ebenfalls leicht aus der Anzahl der Umdrehungen der Mühle berechnen.

Schl.

Apparat zu messenden Versuchen über Rückstoss, Ausflussgeschwindigkeiten und Ausflussmengen.

Von Hans Hartl. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* **9.** *S. 167. 1896.*

Auf der U-förmigen eisernen Grundplatte *G* (Fig. 1) steht die metallene Säule *A*, die an einem waagrechten Arme die Metallhülse *p* trägt, in deren Muttergewinde oben der Fuss des Blechtrichters *T* und unten das kurze Rohrstück *n* eingeschraubt ist. Durch einen sehr schmiegsamen, aber starken Schlauch *l* ist *n* mit einem gleichen Rohrstück *n'* verbunden, in das unten ein mit der Marke *m* versehenes Glasrohr *g* eingekittet ist. An dem unteren Ende von *g* sitzt ein mit Schraubengewinde versehenes Rohrstück, das an das Ansatzrohr *b* des Kastens *K* angeschraubt ist. Der Kasten, dessen Vorder- und Rückwand durch Glasplatten gebildet werden, trägt unten den rechtwinklig nach vorn gebogenen Zeiger *Z*. Die beiden Seitenflächen besitzen die Oeffnungen *o* und *o'*; *o'* ist durch einen aufgeschraubten Deckel verschlossen, *o* dient zur Aufnahme kleiner aufzuschraubender Metallplättchen (Fig. 2), in denen Ausflussöffnungen verschiedener Grösse und Gestalt angebracht sind. Der Zeiger *Z* spielt vor einer empirischen Skale. An den Boden des Kästchens *K* kann ein Gewicht angeschraubt werden, wodurch die Empfindlichkeit des Apparates halb so gross wird. Dem Apparate, bei dem die Höhe zwischen der Oeffnung *o* und einer im Innern des Trichters *T* angebrachten Marke genau 50 *cm* beträgt, sind noch zwei Metallröhren (Fig. 2)



Fig. 1.



Fig. 2.

von 25 *cm* und 50 *cm* Länge beigegeben, die ermöglichen, den Abstand zwischen Ausflussöffnung und Wasserspiegel auf 75 *cm*, 100 *cm* und 125 *cm* zu steigern. Zu dem Apparat gehört ferner ein mit *cm*-Theilung versehenes Blech (Fig. 3) und eine zweckmässig gestaltete, mit Abflussrohr versehene Wanne *W*. Wegen der Handhabung des Apparates bei den ver-

schiedenen Versuchen sei auf die Originalabhandlung verwiesen. Bei den Versuchen über Ausflussmengen ist die Erhaltung des unveränderlichen Wasserspiegels durch einen Gehülfen

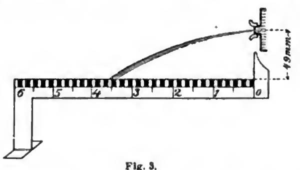


Fig. 3.

misslich; es hätte dieser Uebelstand etwa in ähnlicher Weise wie bei dem Versuche des Herrn Prof. Reichel (*a. a. O.* **4.** *S. 292. 1891*) vermieden werden können. Der Apparat wird für 60 M. von Herrn Max Kohl in Chemnitz geliefert. *H.-H.-M.*

Neue Cadmiumlampe zum Hervorbringen von Interferenzstreifen grosser Gangdifferenz.

Von M. Hamy. *Compt. rend* **124.** *S. 749. 1897.*

Michelson benutzte bei seiner Vergleichung der Länge des Meter mit der Wellenlänge des Cadmiumlichtes zur Herstellung des letzteren Geissler'sche Röhren, die im Innern Cadmiumstückchen enthielten und während des Gebrauchs stark erhitzt wurden. Als Elektroden dienten Aluminiumringe im Innern der Röhre, deren Verbindung mit den Zuleitungsdrähten des Induktoriums durch dünne, in das Glas eingeschmolzene Platindrähte vermittelt wurde. Indessen waren diese Röhren nur wenig dauerhaft, es entstanden an den Einschmelzstellen leicht Risse und ausserdem veränderte sich nicht selten die Lichterscheinung allmählich so, dass Interferenzen von grossen Gangunterschieden überhaupt nicht mehr beobachtet werden konnten, was Michelson auf das Entstehen einer flüchtigen Verbindung von Cadmium und Aluminium zurückführte.

Der Verf. bemühte sich, diese Uebelstände dadurch zu beseitigen, dass er auf die Einführung von Elektroden ins Innere ganz verzichtete, vielmehr die Röhrenenden mit Messingfassungen umgab, die durch Graphit in innige Berührung mit der Glasoberfläche gebracht wurden; diese Fassungen standen mit dem Induktorium in Verbindung. Zum Zweck der Füllung wurde die Röhre evakuirt, auf etwa 300° erhitzt und mit einigen Zentigramm Cadmium beschickt. Die Glasröhre wurde mittels der Zuleitungsdrähte im Innern einer Erhitzungsröhre aus Messing aufgehängt, welche dieselbe vollständig umschloss und beim Gebrauche auf 350° erwärmt wurde; ein kleines Glasfenster gestattete den Lichtstrahlen den Austritt. Die Leuchtkraft der Lampe soll derjenigen der früher von Michelson angewandten nicht nachstehen. Das Durchschlagen des Funkens sowie die Korrosion des Glases wird dadurch vermieden, dass man in die sekundäre Spule des Induktionsapparates einen Kondensator einschaltet. *Glch.*

Ueber den Einfluss der Magnetisirung auf die Natur des von einer Substanz emittirten Lichtes.

Von P. Zeeman. *Communications from the labor. of physics at the Univ. of Leyden. Nr. 33. 1896; Phil. Mag.* **43.** *S. 226. 1897.*

Schon Faraday hat Versuche gemacht, die einen Einfluss des Magnetismus auf die Periode des Natriumlichtes zeigen sollten, aber mit negativem Erfolge.

Zeeman stellte eine Gas-Sauerstoffflamme, in die ein mit Natriumsalz getränktes Stück Asbest gebracht war, zwischen die Pole eines Ruhmkorff'schen Elektromagneten und liess das ausgestrahlte Licht auf ein Rowland'sches Gitter fallen. Sobald der Elektromagnet erregt wurde, erschienen die beiden D-Linien verbreitert. Nun wird aber durch den Einfluss

des Magnetismus die Gestalt der Flamme verändert, sodass sich hierdurch auch Dichtigkeit und Temperatur des glühenden Natriumdampfes ändern können.

Um zu beweisen, dass dies nicht der Grund für die Verbreiterung der Linie sein kann, wurde in einem unglasirten Porzellanrohr, wie sie Pringsheim zur Untersuchung der Strahlung von Gasen angewandt hat (*Wied. Ann.* **45.** *S. 457. 1892*), ein Stück Natrium stark erhitzt. Das Rohr war beiderseits durch planparallele Glasplatten verschlossen und wurde horizontal und senkrecht zu den magnetischen Kraftlinien zwischen die Pole gelegt. Das Licht einer Bogenlampe wurde durch diese Röhre hindurchgeschickt, alsdann erblickte man im Absorptionsspektrum die beiden D-Linien. Um Temperaturungleichheiten zu vermeiden, liess man das Rohr um seine Längsachse rotiren. Sobald der Magnet erregt wurde, beobachtete man auch hier eine Verbreiterung der Linien.

Zeeman sucht seine Beobachtungen durch eine von Lorentz aufgestellte Theorie der elektrischen Erscheinungen zu erklären, wonach angenommen wird, dass in allen Körpern sich kleine, elektrisch geladene Massentheilchen befinden; Bewegung dieser Ionen hat elektrische Vorgänge zur Folge, Vibrationen derselben sind Lichtschwingungen. Aus der Theorie lässt sich nun folgern, dass die Ränder einer durch ein magnetisches Feld verbreiterten Spektrallinie zirkular polarisirt sein müssen, wenn man in Richtung der Kraftlinien in die Flamme hineinsieht; dagegen müssen sie lineare Polarisation zeigen, wenn man die Flamme senkrecht zu den Kraftlinien betrachtet. Der Versuch hat diese Folgerungen bestätigt, sodass er eine Stütze für die Lorentz'sche Hypothese bedeutet. *E. O.*

Mathematische Theorie des Planimeters von Lippincott.

Von T. Wolcott. *Engineer. News* **36.** *S. 410. 1896.*

An dem Lippincott'schen Planimeter ist die Integrirrolle der Konstruktionen von Amsler u. s. f. durch ein Rad mit schneidigem Rand ersetzt, das sich längs einem gläsernen, die Theilung aufnehmenden Arm verschiebt, sodass man von der Art des Papiers, auf dem die Zeichnung aufgetragen ist, unabhängig wird. Das Instrument dient vor allem zur unmittelbaren Bestimmung der Mittelordinate in Indikatordiagrammen und scheint bei den Maschinen-Ingenieuren der Union rasche Verbreitung zu finden; Ref. hat es noch nicht selbst sehen können. Die hier vorgetragene Theorie ist einfach und anschaulich. Der Preis des von der *Hine and Robertson Co.*, New York, 68 Cortlandt Str., in den Handel gebrachten Instruments ist etwa 65 M. *Hammer.*

Zur Geschichte des Theodolits.

Rivista di Topogr. e Catasto **8.** *S. 170. 1895/96.*

Stelle aus Ubaldi's *Problematum astronomicorum Libri VII.*, Venedig 1609, wo ein Scheibeninstrument beschrieben und abgebildet wird, auf dessen Horizontalkreis-Alhidadenarm ein Höhenkreis mit Diopter aufgesetzt ist. Im Prinzip stimmt die Messung von horizontaler Richtung und Höhenwinkel mit dieser Einrichtung der Absehlinie allerdings ganz überein mit dem heutigen teleskopirten Theodolit. *Hammer.*

Notiz.

Im vorigen Heft *S. 180 Z. 11 v. u.* lies statt $[\alpha]_{17,5^0} = 66{,}295 \pm 0{,}003$:
$[\alpha]_{17,5^0} = 66{,}295$ mit einer absoluten Genauigkeit von $\pm 0{,}008$.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktionskuratorium:

Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender, Prof. Dr. **A. Westphal**, geschäftsführendes Mitglied, Prof. Dr. **E. Abbe**, Dr. **H. Krüss**.

Redaktion: Dr. **St. Lindeck** in Charlottenburg-Berlin.

XVII. Jahrgang. **August 1897.** Achtes Heft.

Beiträge zur photographischen Optik.

Von
Prof. Dr. **O. Lummer** in Charlottenburg.

(Fortsetzung von S. 219.)

Je nachdem die Blende auf der Strecke *BS* (Fig. 6 auf *S. 218*), d. h. innerhalb der Brennweite, gelegen ist oder auf der Strecke *LB* zwischen Objekt und Brennebene, wird von ihr ein *reelles* oder *virtuelles* Bild entworfen. Wie dem aber auch sei, stets ist die Verzerrung eine *negative*, solange die Blende *vor* dem System sich befindet. In dem Fall, wo die Blende mit der vorderen Brennebene bei *B* koïnzidirt, liegt ihr Bild im Unendlichen und es müssen die Hauptstrahlen *parallel* zur Systemachse gehen, soll *Orthoskopie* vorhanden sein[1]). Wir erkennen hier so recht deutlich, dass die Bedingung der Orthoskopie, soweit sie sich auf die punktweise Vereinigung der Hauptstrahlen bezieht, der Forderung nach grosser Lichtstärke widerstreitet. Denn es wird im Allgemeinen ein System, welches für den Brennpunkt und seinen unendlich fernen Bildpunkt aberrationsfrei gemacht ist, nicht auch die von den *Objekt*-Punkten ausgehenden Strahlenbüschel punktweise vereinigen, wenigstens nicht bei grossem Oeffnungsverhältniss des Systems.

Die bikonvexe Linse kann weder für den Blendenort, noch den Ort des Objektes sphärisch korrigirt werden. Ist die Grösse der Blende maassgebend für die Vereinigung der abbildenden Strahlenbüschel, so ist die Lage des Objektes einerseits und der Blende andrerseits entscheidend für die Vereinigung der Hauptstrahlen.

Wie eine Verschiebung der Blende längs der Achse erkennen lässt, wird mit der Annäherung an die Linse das Sehfeld grösser, bei *gleichem* angulären Sehfeld aber das von den äussersten Hauptstrahlen benutzte Oeffnungsverhältniss (ag/mS) immer kleiner, und zwar nimmt dasselbe in weit stärkerem Maasse ab, als der Blendenabstand. Hand in Hand damit geht die bessere Vereinigung der *wirksamen* Hauptstrahlen, in Folge dessen wiederum die Verzerrung geringer wird. Aber selbst wenn die Blende die Linse berührt, muss, zumal bei beträchtlicher Dicke, eine Verzerrung eintreten[2]).

Rückt die Blende jenseits der Linse in den Bildraum hinein, sodass sie zur *Hinterblende* wird, dann wechselt die Verzerrung ihr Vorzeichen und wird *positiv*. Die

[1]) Ein solches System heisst nach Abbe ein „nach der Bildseite telezentrisches“ und ist besonders geeignet für mikrometrische Messungen, da die Bildgrösse unabhängig von der ungenauen Einstellung ist (vgl. *Sitz.-Ber. Jenaer Ges. f. Med. u. Naturw. 1878;* s. auch S. Czapski. *A. a. O. S. 165.*).

[2]) Liegen die Hauptpunkte nicht auf einer zur Achse senkrechten Ebene, so kann nur eine Rechnung lehren, in wie weit etwa die sphärische Aberration der Hauptstrahlen den ersteren Fehler kompensirt.

Vergrösserung wächst nach dem Rande des Sehfeldes zu und das Liniennetz (Fig. 7a) wird gemäss Fig. 7c (*S. 219*) abgebildet.

Soll in diesem Falle das System orthoskopisch sein, so müssen die wirksamen Hauptstrahlen alle nach dem Bildpunkt des Blendenortes zielen bezw. von ihm herzukommen scheinen, je nachdem das Bild des Blendenortes hinter oder vor dem Objekt gelegen ist. Unser Resultat lautet demnach ganz allgemein, gleichviel ob das System mit Vorder- oder Hinterblende gebraucht wird: damit ein System orthoskopisch ist und ein beliebig gelegenes Objekt ähnlich abbildet, muss dasselbe erstens frei sein von sphärischer Aberration in Bezug auf den Ort der wirksamen Blende und das Bild desselben, und zweitens müssen die Hauptpunkte aller wirksamen Hauptstrahlen auf einer zur Systemachse senkrechten Ebene liegen oder, was dasselbe ist, es muss die *Tangentenbedingung* erfüllt sein.

Man unterscheidet einfache Systeme und zusammengesetzte. Bei den ersteren liegt die Blende ausserhalb des Systems, die zusammengesetzten bestehen meist aus zwei Einzelsystemen *I* und *II* (Fig. 8), *zwischen* denen die Blende gelegen ist. Je nachdem die zusammengesetzten Systeme aus zwei gleichen oder ungleichen Theilsystemen kombinirt sind, nennt man dieselben symmetrische oder unsymmetrische. Die zur Blendenmitte genau symmetrischen Objektive, wie die *Aplanate*, wollen wir als „*Doppelobjektive*“ bezeichnen.

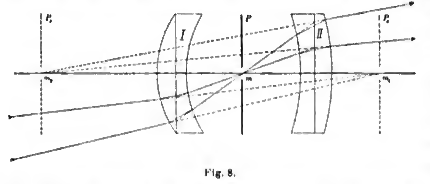


Fig. 8.

Wir wollen annehmen, ein beliebig zusammengesetztes System entwerfe von einem zur Achse senkrechten *ebenen* Objekt wieder ein zur Achse senkrechtes *ebenes* Bild und analog wie bei dem vorher betrachteten einfachen System die Bedingung dafür aufsuchen, dass die Abbildung eine *winkelgetreue* und *ähnliche* ist. Zunächst betrachten wir uns den Gang der Hauptstrahlen bei einer gewissen Lage der faktischen Blende *P*.

Zu diesem Zwecke konstruiren wir nach dem Vorgange von E. Abbe die maassgebenden, den Strahlengang im Objekt- wie Bildraum begrenzenden Blenden. Wo auch die faktische Blende eines Systems gelegen ist, stets lässt sich zeigen, dass die abbildenden Strahlenbüschel im Objektraume von einer Blende begrenzt werden, deren Bild in Bezug auf das System die Strahlenbüschel im Bildraume begrenzt. Die wirksame Blende im Objektraume heisst nach Abbe die *Eintrittspupille*, diejenige im Bildraume die *Austrittspupille*. Liegt, wie bei den hier zu betrachtenden zusammengesetzten Systemen, die körperliche Blende *P zwischen* zwei Theilsystemen *I* und *II*, so fungirt als Eintrittspupille nothwendig dasjenige Bild (P_1), welches das Einzelsystem *I* von der Blende *P* entwirft, und als Austrittspupille dasjenige Bild (P_2), welches das Einzelsystem *II* von *P* entwirft. Die in Bezug auf das Gesammtsystem $I + II$ konjugirten Oeffnungen P_1 und P_2 sind demnach für den Strahlengang als Begrenzungen maassgebend. Sie ersetzen in ihrer Wirkung vollkommen die körperliche Blende *P*. Sind P_1 und P_2 reelle Bilder von *P*, so können wir uns letztere ganz fort und P_1 sowohl als P_2 durch körperliche Blenden ersetzt denken.

Der grösseren Anschaulichkeit wegen betrachten wir auch hier die Blende als sehr klein. Es reduziren sich dann die abbildenden Strahlenbüschel nahe auf ihre

Hauptstrahlen und diese schneiden sich alle in *einem* Punkte, dem Mittelpunkte *m* der Blende *P*.

Soll das Gesammtsystem $I + II$ orthoskopisch sein und von einem beliebig gelegenen Objekt ein ähnliches Abbild erzeugen, so müssen auch hier die konjugirten zur Achse senkrechten Ebenenpaare von dem Hauptstrahlenbüschel im Objekt- und Bildraum in ähnlichen Figuren geschnitten werden. Dies ist bei einem beliebigen System nur der Fall, wenn sowohl die Hauptstrahlen im Objektraum als auch im Bildraume durch *einen gemeinsamen* Punkt der Achse gehen oder bei genügender Verlängerung sich in *einem* Punkte treffen und wenn andererseits die Hauptpunkte der schiefen Büschel sowohl in Bezug auf das vordere Einzelsystem (*I*) wie das hintere (*II*) auf einer zur Achse senkrechten Ebene liegen (vgl. Fig. 8). Ist letztere Bedingung von selbst erfüllt, so lautet die einzige Forderung für eine perspektivische ähnliche Abbildung: *Das Gesammtsystem muss in Bezug auf den Ort der Ein- und Austrittspupille frei von sphärischer Abweichung sein.*

Die Doppelobjektive zeichnen sich vor dem unsymmetrischen zusammengesetzten Systeme dadurch aus, dass bei ihnen der Gang der Hauptstrahlen zur Blendenmitte vollständig *symmetrisch* verläuft. Gleichviel wie die sich faktisch im Blendenmittelpunkt kreuzenden Hauptstrahlen *vor* dem Vordersystem verlaufen, die ihnen konjugirten Hauptstrahlen treten aus dem Hintersystem *parallel* zur Einfallsrichtung aus. Dies bleibt bestehen, auch wenn dafür gesorgt ist, dass die eintretenden Hauptstrahlen alle nach *einem und demselben* Punkte (dem zu *m* in Bezug auf *I* konjugirten Mittelpunkte (m_1) der Eintrittspupille P_1) zielen, d. h. wenn das Vordersystem *I* in Bezug auf den Ort der Blende und sein Bild frei von sphärischer Aberration ist. Infolge der Symmetrie scheinen dann auch die aus *II* austretenden Hauptstrahlen alle von einem einzigen Punkte zu kommen, dem Bildpunkte von *m* in Bezug auf das Hintersystem *II*. Schneiden sich aber die eintretenden Hauptstrahlen in einem einzigen Punkte, die austretenden in wieder einem einzigen Punkte und laufen die konjugirten Hauptstrahlen einander parallel, so schneiden die letzteren aus allen Ebenen senkrecht zur Systemachse ähnliche Figuren aus. Wie auch die Hauptpunkte liegen mögen, stets zeichnet das Doppelobjektiv winkelgetreu und korrekt, sobald es in Bezug auf den Ort der Ein- und Austrittspupille sphärisch korrigirt ist. Beim Doppelobjektiv ist die Aufhebung der sphärischen Abweichung des Systems in Bezug auf die bei der gegebenen Lage der Blende wirksamen Hauptstrahlen die einzige Bedingung für die Orthoskopie bezw. für die perspektivische ähnliche Abbildung oder in anderen Worten, *es muss das System sphärisch in Bezug auf die Ein- und Austrittspupille korrigirt sein*[1]).

Ohne vorläufig weiter auf die Folgerungen hier einzugehen, welche man aus dem bekannten Strahlengang bei einfacheren Doppelobjektiven wie dem *Periskop* etc. in Verbindung mit der abgeleiteten Bedingung ziehen kann, sei nur darauf hingewiesen, dass auch beim zusammengesetzten System die Bedingung der Orthoskopie mit der

[1]) Als ich vor bald Jahresfrist zur Aufstellung dieser Bedingung für die orthoskopische Abbildung gelangte, bat ich meinen Freund, Herrn Dr. P. Rudolph in Jena, gütigst nachrechnen zu lassen, inwieweit die vorhandenen Objektive, *welche man allgemein als orthoskopisch* bezeichnet, in Bezug auf die Ein- und Austrittspupille sphärisch korrigirt seien. Einige diesbezügliche Durchrechnungen lehrten, dass die meisten zusammengesetzten Systeme dieser Bedingung *nicht* gehorchen. Ich verfolgte daher die Konsequenzen jener Bedingung nicht weiter und trat derselben erst wieder näher, als mir Herr Dr. Rudolph vor kurzem mittheilte, dass die sogen. „notorisch verzeichnungsfreien“ unsymmetrischen und symmetrischen Systeme nicht entfernt frei von Verzeichnung sind, wenigstens nicht für jede beliebige Entfernung des Objektes. Es drängt mich, Hrn. Dr. Rudolph auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen für die mancherlei mir ertheilten Rathschläge und Auskünfte.

Forderung nach grosser Lichtstärke in gewissem Widerspruch steht. Im Allgemeinen wenigstens dürfte schwerlich ein System ohne Weiteres gleichzeitig für die Ein- und Austrittspupille und für den Ort des relativ entfernten Objektes und dessen Bild, wenigstens bei grossem Oeffnungsverhältniss, frei von sphärischer Korrektion sein[1]).

Das aus zwei Linsen bestehende achromatisch und sphärisch korrigirte System.

A. Altachromat.

Ein bedeutender Fortschritt wurde durch Dollond im Jahre 1752 auf dem ganzen Gebiete der praktischen Optik erzielt, indem es ihm gelang, durch Verbindung zweier Linsen aus verschieden wirkendem Glase die *Farbenzerstreuung aufzuheben*, ohne die Strahlenkonzentration zu vernichten. Soweit es sich um das erste Glied der sphärischen Abweichung, d. h. um den Seidel'schen Abbildungsfehler S_1 und das erste Glied der Chromasie der Vereinigungsweiten handelt[2]), lässt sich mittels zweier Linsen von verschiedenem Material eine *vollständige Beseitigung* beider Fehler erzielen. Diese achromatisch und zugleich sphärisch korrigirten Doppellinsen wollen wir fortan als *Achromate* bezeichnen. Wird die chromatische Abweichung durch die *Wahl* der Gläser (von verschiedener Dispersion) beseitigt, so die sphärische durch die *Gestalt* der Linsen. Der Weg zur Lösung beruht auf dem *Prinzipe der Kompensation*, welches wir noch mehrfach kennen lernen werden als das Hauptmittel zur Erreichung möglichst vollkommener Bilder durch zusammengesetzte Systeme. Wählt man zwei Linsen von richtiger Gestalt aus geeigneten Substanzen, von denen die eine parallele Strahlen konvergent, die andere divergent macht, so kompensirt sich die positive chromatische und sphärische Aberration der ersten Linse gegen die gleich grosse negative chromatische und sphärische der anderen, *ohne aber die Konvergenz des Büschels ganz aufzuheben*, wie es sein würde, wenn beide Linsen aus gleichem Glase gemacht wären. Man erhält so also einen *Achromaten*, bei welchem die sphärische und chromatische Aberration gleich Null, die *Brennweite* aber endlich ist.

Zur Kompensation der sphärischen und chromatischen Aberration bei gleichzeitiger Einhaltung einer vorgeschriebenen Brennweite sind nur *drei* Elemente nothwendig, als welche wir *drei Radien* der vier Linsenflächen wählen wollen. Da wir mit vier Radien aber vier Bedingungen genügen können, so werde zunächst gefordert, dass die sich berührenden Flächen gleichgrossen Radius erhalten, damit beide Linsen *verkittet* werden können. Die Dicke der Gläser ist hierbei noch willkürlich; sie sei relativ klein[3]).

Zur Kompensation der sphärischen und chromatischen Aberration und Herstellung einer bestimmten Brennweite sind also nur zwei mit einander verkittete, dünne Linsen erforderlich.

[1]) L. Seidel diskutirt die Frage, wann ein System gleichzeitig für verschiedene Objektdistanzen sphärisch korrigirt ist, d. h. wann es der sogen. Herschel'schen Bedingung genügt, und findet, dass letztere der Fraunhofer'schen Bedingung widerspricht. Nur in ganz gewissen Fällen können beide Bedingungen gleichzeitig erfüllt werden; so ist das Fernrohr, als Ganzes gebraucht, ein solch bevorzugter Apparat, bei welchem beiden genannten Bedingungen genügt wird, wenn eine von beiden erfüllt ist (vgl. *Astronom. Nachr.* **43.** *S. 326. 1856*).

[2]) In anderen Worten heisst dies, es vereinigt die Objektivmitte zwei verschiedenfarbige Büschel in *einem* Punkte. Sollen auch die höheren Glieder der Chromasie beseitigt sein oder nach Abbe die „chromatische Differenz der sphärischen Aberration", so müssen *alle* Zonen des Objektivs gleichgrosse Vereinigungsweite für zwei Farben haben.

[3]) Bei grosser Linsendicke kann auch bei zwei *gleichen* Glassorten Achromasie entweder der Brenn- oder Hauptpunkte erreicht werden (vgl. F. Kessler, *Schlömilch's Zeitschr.* **19.** *S. 1. 1884*).

Ein solcher *Achromat* entwirft demnach von einem *weissen* Objektpunkte einen *farblosen* Bildpunkt, oder genauer ausgedrückt, ein farbloses *Beugungsscheibchen* von solcher Ausdehnung, wie es dem benutzten Oeffnungsverhältniss zukommt.

Wir wollen mit Petzval annehmen, dass der Achromat, wie zu Daguerre's Zeiten, bei der Oeffnung $f/16$ sphärisch so gut korrigirt sei, dass das Bild noch eine dreifache Vergrösserung vertrage. Dann steht ein solcher verkitteter Achromat dem Petzval'schen Porträtobjektiv nur noch dreimal an Bildschärfe nach, während er schon den neunzehnten Theil der Lichtstärke desselben erreicht. Er übertrifft somit an Schärfe die einfache Sammellinse um das Dreifache, an Lichtstärke um das Vierzigfache. Zu dieser Ueberlegenheit kommt noch der weitere Vorzug hinzu, *frei* vom sogenannten „chemischen Fokus" zu sein.

Verwendet man statt der verkitteten Linsen zwei getrennte Linsen mit vier verschiedenen Radien, so kann man mit Hülfe des vierten Radius noch eine *vierte* Bedingung erfüllen. Als solche ist, zumal bei Abbildung ausgedehnter Objekte, die Fraunhofer'sche Bedingung von Bedeutung[1]), welcher beim berühmt gewordenen Heliometerobjektiv genügt wird. Ausserdem suchte A. Steinheil bei seinen Fernrohrobjektiven auch noch die zweite chromatische Bedingung zu erfüllen, welche verlangt, dass die Hauptbrennweite für *zwei* Farben gleiche Grösse besitzt[2]).

Im Allgemeinen giebt es bei Benutzung der gewöhnlichen Fraunhofer'schen Gläser *zwei* Formen eines verkitteten Achromaten, für welche sowohl die sphärische als auch die chromatische Aberration beseitigt ist[3]). Der ersten gewöhnlichen Form (Fig. 9) bedient man sich als Fernrohrobjektive, da sie bei relativ grossem Oeffnungs-

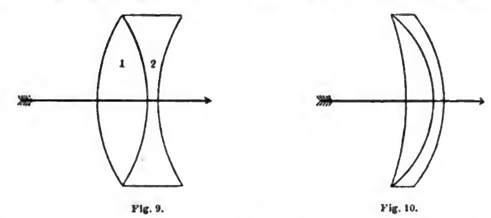


Fig. 9. Fig. 10.

verhältniss noch scharfe Bilder giebt. Weniger scharfe, dafür aber *ausgedehntere* Bilder von gleichmässiger Schärfe erhält man, wenn man das Fernrohrobjektiv umkehrt, sodass die *konkave* Seite dem Lichte zugewandt ist. Die Ausdehnung des scharf gezeichneten Bildes wird noch mehr gesteigert, wenn man als Objektiv ein solches der zweiten Form benutzt und ihm eine *meniskenförmige* Gestalt (Fig. 10) giebt.

---

[1]) Wie schon erwähnt, ist die Fraunhofer'sche Bedingung, d. h. die Seidel'sche Bedingung S_2, identisch mit der Sinusbedingung für relativ kleine Oeffnungswinkel der abbildenden Strahlenbüschel. Bei Fernrohrobjektiven nimmt die Sinusbedingung eine einfache Form an. Sie ist erfüllt, wenn die Hauptpunkte für die verschiedenen achsenparallelen Strahlen auf einem *Kreise* liegen, den man um den gemeinsamen Schnittpunkt derselben (d. h. Brennpunkt) als Zentrum mit der Hauptbrennweite als Radius beschreibt (vgl. A. Steinheil u. E. Voit, Handbuch der prakt. Optik. Leipzig, 1891. *S. 57).*

[2]) Vgl. A. Steinheil, Zur Orientirung über Objektive aus zwei Linsen und ihre Fehler. *Astronom. Nachr.* **109.** *S. 216. 1884.*

[3]) Vgl. Conrad Beck, *The Construction of photographic lenses. Journ. of the Society of Arts. 1. February 1889.*

Daguerre führte im Jahre 1839 seine ersten Aufnahmen mit Hülfe eines solchen Meniskus aus.

Wie bei der einfachen Sammellinse verwendet man auch beim Achromaten eine Vorderblende, um die engsten Einschnürungen der astigmatischen, schiefen Büschel in die Gauss'sche Bildebene zu verlegen, d. h. um das Bild künstlich zu strecken. Neuerdings verwendet man mit Vortheil als Landschaftslinsen statt der einfachen Achromate auch die dreifach und vierfach verkitteten anastigmatischen Objektive, auf welche wir später noch ausführlich zu sprechen kommen. Zum Verständniss gerade dieser anastigmatischen mehrlinsigen Objektive mit geebnetem Bildfelde müssen wir noch genauer den Achromaten in's Auge fassen und zwar speziell mit Berücksichtigung der Glasarten, welche zu seiner Konstruktion Verwendung finden.

In dieser Hinsicht sind zwei Perioden zu unterscheiden, die Fraunhofer'sche und die Abbe'sche. Ehe Abbe und Schott in Jena ihre epochemachenden Versuche zur Herstellung neuer optischer Gläser beendeten, standen der rechnerischen Optik nur Gläser zur Verfügung, bei denen die Grösse der Dispersion mit der Höhe des Brechungsquotienten Hand in Hand ging. Je grösser ihr Brechungsindex war, um so grösser auch deren Dispersion. Diese Eigenschaft der Fraunhofer'schen Gläser bedingt nothwendig, dass die Sammellinse (*1* der Fig. 9) des Achromaten aus einem Glase gefertigt ist, dessen Dispersion kleiner ist wie die des Glases, welches zur Zerstreuungslinse (*2* der Fig. 9) verwendet wird.

Denn bezeichnen wir mit f_1 die Brennweite von Linse *1*, mit f_2 diejenige von *2* und mit F die Gesammtbrennweite des Achromaten, so gilt bekanntlich

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}.$$

Infolge der zerstreuenden Wirkung von Linse *2* müssen wir f_2 *negativ* nehmen und erhalten

$$F = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_2 - f_1}.$$

Hieraus folgt, dass $f_2 > f_1$ sein muss, soll, wie zur reellen Bilderzeugung nothwendig, die Brennweite F des Achromaten positiv sein. Eine Sammellinse von kleinerer Brennweite verbunden mit einer Zerstreuungslinse von grösserer Brennweite giebt aber nur dann scharfe und farbenfreie Bilder, wenn erstere trotz stärkerer Krümmung bezw. Brechkraft nur eine ebenso grosse Kaustik und chromatische Abweichung hervorbringt wie letztere. Da der chromatische Zerstreuungskreis umgekehrt proportional der Brennweite ist, so folgt nothwendig, dass die Sammellinse aus Glas von kleinerer Dispersion zu fertigen ist wie die Zerstreuungslinse, also auch von Glas mit kleinerem Brechungsindex, solange eben nur Gläser zur Verfügung stehen, bei denen die Dispersion mit dem Brechungsvermögen fortschreitet.

Wir wollen den aus diesen älteren, Fraunhofer'schen Gläsern konstruirten zweilinsigen Achromaten bezeichnen mit dem Namen *Altachromat* im Gegensatz zu dem nur mit Hülfe gewisser Jenaer Gläser konstruirbaren Achromaten, welcher *Neuachromat* heissen möge.

B. Neuachromat.

Wir wollen annehmen, ein zweilinsiges Objektiv sei so korrigirt, dass sowohl die Strahlenvereinigung auf der Achse wie ausser der Achse eine punktweise ist. In solchem Falle sind die ersten drei Seidel'schen Abbildungsfehler beseitigt, also $S_1 = 0$, $S_2 = 0$, $S_3 = 0$ und von einem Objekt-*Punkt* entsteht wieder ein Bild-*Punkt*, von einem Objektiv also ein *punktweises*, wenn auch im Allgemeinen *gewölbtes* und *verzerrtes*

Abbild. Tragen nur Seidel'sche Strahlen zur Abbildung bei, so kann man die von einem ebenen Objekt entstehende gekrümmte Bildfläche als *Kugel* ansehen, welche erstere im Scheitel berührt.

Die Bedingung dafür, dass diese Kugel in eine *Ebene* übergeht, lautet nach Seidel $S_4 = 0$ oder, wenn wir die Zeichen dafür einführen,

$$\Sigma \frac{N}{r} = 0, \qquad 1)$$

wo r den Krümmungsradius einer Fläche, N die Differenz der Reziproken der Brechungsindizes der von dieser Fläche getrennten Medien bedeutet und die Summe über alle Flächen auszudehnen ist. Bezeichnen wir die Reziproken mit dem Buchstaben ν, die Brechungsindizes selbst mit n und versehen die Flächen mit geraden, die Medien mit ungeraden Indizes, so lautet die Seidel'sche Bedingung für ein zweilinsiges Objektiv mit vier brechenden Flächen und fünf Medien

$$\frac{\nu_1 - \nu_3}{r_0} + \frac{\nu_3 - \nu_5}{r_2} + \frac{\nu_5 - \nu_7}{r_4} + \frac{\nu_7 - \nu_9}{r_6} = 0,$$

oder für zwei Linsen vom Index n_1 bezw. n_2, umgeben und getrennt von Luft mit dem Brechungsindex 1,

$$\frac{1 - \frac{1}{n_1}}{r_0} + \frac{\frac{1}{n_1} - 1}{r_2} + \frac{1 - \frac{1}{n_2}}{r_4} + \frac{\frac{1}{n_2} - 1}{r_6} = 0,$$

oder

$$\left(\frac{n_1 - 1}{n_1}\right)\left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{r_2}\right) + \left(\frac{n_2 - 1}{n_2}\right)\left(\frac{1}{r_4} - \frac{1}{r_6}\right) = 0. \qquad 2)$$

Wie diese Formel lehrt, hängt die Bedingung für die Bildebenung lediglich von den Brechungsindizes und den Krümmungsradien ab, nicht aber von den Distanzen der verschiedenen brechenden Flächen, der Reihenfolge derselben, noch auch vom Abstand des Objektes. Dabei ist aber wohl zu bedenken, dass bei Veränderung dieser nicht in Betracht kommenden Grössen im Allgemeinen auch die ersten drei Seidel'schen Bedingungen nicht mehr erfüllt sein werden und somit die punktweise Abbildung verloren gehen wird. Dann ist aber gar kein präzises Bild mehr vorhanden, und es kann von Angabe der Krümmung der Bildfläche keine Rede sein. Nur unter der Voraussetzung, dass eine bis zur 5. Ordnung *punktweise* Abbildung vorhanden ist ($S_1 = S_2 = S_3 = 0$), ist die Bedingung für die Bildebenung ($S_4 = 0$) hinreichend und eindeutig.

Die Brennweite f einer unendlich dünnen Linse, deren Flächen die Radien r_1 und r_2 haben, ist bekanntlich

$$\frac{1}{f} = (n - 1)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right). \qquad 3)$$

Betrachten wir demnach die Dicke beider Linsen unseres zweilinsigen Objektivs ebenfalls als sehr gering, so nimmt die Bedingung der Bildebenung folgende einfache Form[1]) an

$$\frac{1}{n_1 f_1} + \frac{1}{n_2 f_2} = 0$$

oder

$$n_1 f_1 = -n_2 f_2 \qquad 4)$$

[1]) In dieser Form hatte Petzval schon im Jahre 1843 die Bedingung der Bildebenung ausgesprochen, ohne aber die zu ihrer Gültigkeit nothwendigen Vorbedingungen zu geben, deren Kenntniss wir erst Seidel verdanken. Auf eine einfache Kugellinse angewandt, hat Formel 4) gar keine Bedeutung. Bei der geringen Beachtung, welche die Seidel'sche Abbildungslehre bis in die neueste Zeit gefunden hat, kann es daher nicht Wunder nehmen, wenn die Richtigkeit der Petzval'schen Formel angezweifelt und ihre Bedeutung unterschätzt worden ist.

Diese Gleichung sagt uns, dass erstens f_1 und f_2 *verschiedene* Vorzeichen haben müssen und dass die Linse von kleinerer Brennweite aus Glas von grösserem Brechungsindex bestehen muss. Führen wir dieselbe ein in die Formel für die Gesammtbrennweite F des aus den beiden Linsen f_1 und f_2 gebildeten Objektivs, welche lautete

$$F = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2},$$

so erhalten wir

$$F = \frac{n_1 f_1}{n_1 - n_2}, \qquad 5)$$

welche Gleichung wir näher diskutiren wollen.

Zunächst erkennt man, dass für $n_1 = n_2$ die Brennweite F gleich unendlich wird. Zwei Linsen aus *gleichem* Glase geben also nur dann ein *geebnetes* Bildfeld, wenn sie zusammen wie eine planparallele Platte wirken[1]). Für $n_1 = n_2$ ist laut Gleichung 4) eben $f_1 = -f_2$.

Interessanter gestaltet sich die Diskussion für den Fall, dass $n_1 \gtrless n_2$ ist, d. h. dass die beiden Linsen aus *verschieden brechender* Substanz gefertigt werden, wie beim Achromaten.

Bei dem in Fig. 9 dargestellten Objektiv ist f_1 positiv und f_2 negativ. Soll dasselbe bei Verwendung Fraunhofer'scher Gläser achromatisch sein und eine reelle Brennweite F haben, so muss nothwendig $f_2 > f_1$ und demnach auch $n_2 > n_1$ sein. Die Bedingung der Bildebenung (Formel 4)) verlangt aber für $f_2 > f_1$ nothwendig, dass $n_1 > n_2$ wird, da nur dann die Gesammtbrennweite laut Formel 5) positiv wird. Nimmt man aber zur Sammellinse (f_1) Glas von *höherem* Brechungsvermögen als zur Zerstreuungslinse (f_2), so kann man nur dann Achromasie erzielen, wenn dem Glas von *höherem* Index eine *geringere* Dispersion zukommt, wie dem Glas von *niedrigerem* Brechungsindex.

Die ausser der Achromasie gleichzeitig geforderte Bildebenung beim zweilinsigen Objektiv enthält also die weitere Forderung nach Glassorten, bei denen *hohe* Brechkraft mit *geringer* Dispersion bezw. *niedrige* Brechkraft mit *hoher* Dispersion gepaart ist. Solche Gläser stehen der praktischen Optik erst seit der bedeutsamen Schöpfung des Glastechnischen Laboratoriums von Schott & Gen. in Jena zur Verfügung. Stets gesellte sich bei den älteren, Fraunhofer'schen Gläsern zum höheren Brechungsindex auch die stärkere Dispersion. Bei dem aus diesen älteren Gläsern gefertigten, zweilinsigen Objektiv ist die Herstellung der Bildebenung somit unmöglich, da sie der viel wichtigeren Bedingung der Achromasie widerspricht.

Anders bei den neuen Jenaer Gläsern, von denen namentlich die Baryumsilikatgläser es sind, welche im Vergleich zum gewöhnlichen Crownglase einen höheren Brechungsindex, dabei aber geringeres Zerstreuungsvermögen besitzen. Bildet man aus ihnen die Sammellinse und aus den gewöhnlichen Crowngläsern mit niedrigerem Index, aber höherer Dispersion die negative Linse, so erhält man bei geeigneter Wahl der Brennweiten eine, wenn auch nicht vollständige, so doch beträchtliche Bildebenung.

Wählen wir z. B. folgende Gläser

Baryumsilikat: $n_D = 1,6112$ $\qquad n_{F-C} = 0,01747$,

Natronbleiglas: $n_D = 1,5205$ $\qquad n_{F-C} = 0,01956$,

so erhalten wir für die Brennweite des achromatischen Objektivs mit *geebnetem* Bildfelde

[1]) *Astronom. Nachr.* **43.** *S. 323. 1856.*

$$F = \frac{n_1 f_1}{n_1 - n_2} = 18 f_1,$$

also es bleibt eine *positive* Brennweite bestehen.

Je höher übrigens der Brechungsindex n_1 der Sammellinse genommen werden kann, ohne dass die Möglichkeit der Achromasie verloren geht, um so kleiner wird die positive Brennweite der Kombination bei vollkommener Ebenheit des Bildes. Für Diamant vom Index $n_1 = 2{,}4$ würde bei Verwendung von gewöhnlichem Flint $n_2 = 1{,}6$ die Brennweite $F = 3 f_1$ werden.

Schon Petzval hat bei der Diskussion der möglichen Bildebenung auf die bildebnende Eigenschaft des Diamanten hingewiesen, ohne aber ausdrücklich die Schwierigkeiten hervorzuheben, welche der Achromatisirung der positiven Diamantlinse durch eine negative Linse entgegenstehen. Dagegen hebt L. Seidel hervor, dass die Forderung der Achromasie derjenigen der Bildebenung widerspricht[1]).

Seitdem man mittels der Jenaer Gläser solche zur Bildebenung nothwendigen anomalen Gläser besitzt, sind sogleich auch aus ihnen Achromate hergestellt worden, bei denen die Sammesllinse höheren Index und niedrigere Dispersion besitzt, als die negative Linse.

Wie oben erwähnt, bezeichnen wir die aus *anomalen* Jenaer Glaspaaren hergestellten Achromate als „Neuachromate“. Der *verkittete*, zweilinsige Neuachromat lässt sich sphärisch nicht so gut korrigiren wie der Altachromat. Entsprechend kommt ihm, wie wir zeigen werden, erst *in Verbindung mit dem Altachromaten* die Hauptbedeutung zu. Jedenfalls aber werde unter dem Neuachromaten ein Objektiv verstanden, bei welchem die disponiblen Elemente ausser zur Einhaltung der vorgeschriebenen Brennweite lediglich zur bestmöglichen Beseitigung der chromatischen und sphärischen Aberration Verwendung finden sollen. Auch werde festgehalten, dass nicht etwa die Reihenfolge der Gläser entscheidet, sondern lediglich die Frage, ob die Sammellinse aus Glas von höherem Index bei niedrigerer Dispersion besteht, wie die Zerstreuungslinse, oder aus Glas von sowohl niedrigerem Index als auch niedrigerer Dispersion. Das Glied der von Dr. H. Schröder herrührenden *Concentric lens* (Fig. 11) ist wohl das erste aus anomalen Glaspaaren hergestellte zweilinsige Objektiv gewesen, welches aber schon in Folge der Form eine beträchtliche sphärische Aberration besitzt, die ohnedies beim Neuachromaten nicht vollkommen zu beseitigen ist. Auch im später zu besprechenden Gruppen-Antiplanet von C. A. Steinheil besteht das eine Glied aus anomalen Glaspaaren; dasselbe ist aber hyperchromatisch[2]) und zwar zu dem Zwecke, um die beiden Glieder des Antiplaneten mit möglichst starken entgegengesetzten Fehlern zu versehen.

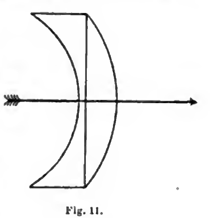


Fig. 11.

Die Linsendistanz als Mittel zur künstlichen Streckung des Bildes.

Die Seidel-Petzval'sche Formel für den Krümmungsradius im Scheitel des Bildes hat, wie schon erwähnt, nur dann eine Bedeutung, wenn eine *punktweise* Abbildung bis zu den Gliedern 5. Ordnung vorhanden ist. Um deren Richtigkeit zu

[1]) L. Seidel, *a. a. O.*

[2]) Also noch mehr chromatisch als die äquivalente einfache Linse.

erproben, darf man dieselbe also nicht auf Systeme anwenden, welche höchstens die Gauss'sche Abbildung verwirklichen[1]). Die in der Seidel-Petzval'schen Gleichung *nicht* enthaltenen Grössen, z. B. der Abstand des Objektes vom System und die Distanz der Linsen unter einander, werden von grossem Einfluss auf die Bildkrümmung, wenn mit deren Aenderung auch eine Aenderung der Strahlenkonzentration eintritt.

Als Beispiel wählen wir nach Schröder's Vorgang den Fall, wo zwei plankonvexe Linsen *1* und *2* (Fig. 12) einmal sehr nahe (a), das andere Mal von einander weit entfernt (b) als System benutzt werden. Ist das Bild im ersten Falle stark gekrümmt, so wird dasselbe immer „ebener", *je weiter man die Linsen von einander trennt.*

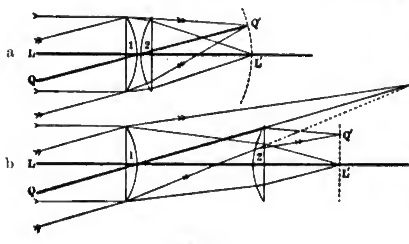


Fig. 12.

Dass das Bild bei Berührung der Linsen gekrümmt ist, darf nicht Wunder nehmen, da die beiden Linsen doch nur wie eine einzige von äquivalenter Brennweite wirken, wenn auch die verschiedenen Fehler wegen der Vertheilung der Strahlenkonvergenz auf zwei Linsen geringer sind, als bei der einfachen, stark gekrümmten Linse. Jedem Punkte entspricht also auch hier noch eine kaustische Kurve, sodass bei geeigneter Abblendung eine *künstliche Bildstreckung* erzielt werden kann. Diese Abblendung wird nun bewirkt durch die *Trennung* beider Linsen (Fig. 12b). Hier wirkt die erste Linse gleichsam als *Blende* in Bezug auf die schiefen Büschel, sodass von diesen nur ein Theil zur Wirksamkeit kommt; dabei durchsetzt ausserdem jedes wirksame Partialbüschel beide Linsen in umgekehrter Weise, insofern es die entgegengesetzten Seiten beider Linsen benutzt. Die durch die Trennung beider Linsen verursachte Bild-*Streckung* ist nicht zu vergleichen mit der Bild-*Ebenung*, hervorgerufen durch die geeignete Wahl der Glassorten, wie beim Neuachromaten. Letztere ist eine wirkliche *Korrektion* bei Benutzung der vollen Oeffnung im Vergleich wenigstens zu einem Altachromaten gleicher Oeffnung. Die künstliche, durch Blenden bewirkte Bildstreckung wird erreicht *auf Kosten der Lichtstärke*, zumal der schiefen Büschel, und kommt dadurch zu Stande, dass man nicht den Strahlengang des Büschels ändert, sondern nur eine geeignete Auswahl unter den vielen Partialbüscheln desselben trifft.

Auf dem gleichen Prinzip beruhende Fehlerkorrektionen werden wir bei den symmetrischen Doppelobjektiven kennen lernen.

Unsymmetrische zweigliedrige Objektive.

Das Petzval'sche Porträtobjektiv von v. Voigtländer. Der Umstand, dass noch heutigen Tages das von Petzval im Jahre 1840 berechnete Porträtobjektiv fast in derselben Form gebräuchlich und als solches kaum übertroffen ist, lehrt recht deutlich, dass in der optischen Kunst vor Allem die richtig angewandte Theorie zum Ziele führt. In der Zeit, da die Photographie aufkam, und Draper in New-York 1840 das erste Porträt einer lebenden Person bei einer Expositionszeit von 10 bis 20 Mi-

[1]) S. Dr. H. Schröder, Die Elemente der photographischen Optik. Berlin, R. Oppenheim, 1891

nuten erhielt, war es der lebhafte Wunsch aller Betheiligten, ein *lichtstarkes* Objektiv zu besitzen, welches die Zeit der Exposition verminderte. Petzval in Wien und Chevalier in Paris suchten, unabhängig von einander, dieses Ziel zu erreichen, indem sie aus mehreren Gliedern *zusammengesetzte* Linsenkombinationen konstruirten. Schon im Jahre 1841 trat Voigtländer in Wien mit dem ersten Objektiv nach Petzval's Berechnungen an die Oeffentlichkeit, welches wesentlich dazu beitrug, die Photographie populär zu machen.

Bei diesem in Fig. 13 abgebildeten Objektiv ist alles dem Zwecke geopfert worden, bei einem grossen Oeffnungsverhältniss von nahe $f/3$ ein Bild eines Achsenpunktes zu erhalten, welches frei ist von chromatischer und vor Allem von *sphärischer Aberration höherer Ordnung*. Trotz der hohen Lichtstärke sollte die Bildmitte noch eine mehrmalige Vergrösserung vertragen.

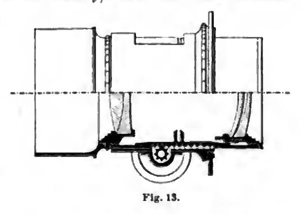


Fig. 13.

Hat man zur Beseitigung des ersten Gliedes der sphärischen Aberration nur einen disponiblen Radius nöthig, so sind zur Beseitigung von fünf Gliedern, wie beim Petzval'schen Objektiv, auch fünf Bedingungen zu erfüllen. Wollte man diesen Bedingungen dadurch genügen, dass man beliebig viele Linsen *ohne Distanz* aneinanderfügt, wodurch thatsächlich die sphärische Abweichung bis zu einer beliebig hohen Ordnung beseitigt wird, so würden andere Fehler *erster* Ordnung auftreten, welche nur dann zum Verschwinden zu bringen sind, falls das System wie eine planparallele Platte wirkt. Man muss demnach die Linsen von einander *trennen* und demgemäss wiederum die getrennten Theile des Systems jedes für sich achromatisiren, um *stabilen* Achromatismus zu erreichen[1]). Zu den fünf sphärischen und zwei achromatischen Bedingungen kommt noch die für Einhaltung der gewünschten Brennweite. Diesen acht Bedingungen wurde beim Petzval'schen Porträtobjektiv durch sieben Linsenradien und eine Entfernung genügt. Um dies zu erreichen, nützt alles Probiren nichts, es muss rechnerisch zu Werke gegangen werden, wie es Petzval gethan.

Das von Voigtländer ausgeführte Petzval'sche Objektiv vertrug unter günstigen Umständen eine 10-fache Vergrösserung und besass eine 16-mal so grosse Lichtstärke, als der von Daguerre benutzte Achromat. Diese grosse Errungenschaft war aber mit verhältnissmässigen Opfern bezahlt worden, welche das zur Aufnahme von Porträts sehr geeignete Objektiv für andere Zwecke (Gruppen und Landschaftaufnahme) ungeeignet machten. Alle Elemente waren zur Korrektion allein der Bildmitte verwendet; als Folge davon zeigte das Bild ausser der Achse die Fehler schiefer Büschel. Die Verwendung von zwei weit getrennten Systemen hat andererseits ein beschränktes Gesichtsfeld mit nach dem Rande zu abnehmender Intensität zur Folge, während in Folge von sechs Glasflächen gegen Luft eine grosse Anzahl von Spiegelbildern auftritt, sodass die Brillanz des Bildes keine so grosse ist, wie beim Landschaftsachromaten.

Antiplanet von A. Steinheil[2]). Zur Beseitigung der Uebelstände, welche den älteren, mit grosser Oeffnung arbeitenden Systemen mehr oder weniger anhaften, dass in Folge von Astigmatismus die Schärfe von der Mitte zum Rande relativ schnell abnimmt, konstruirte Steinheil im Jahre 1881 seinen *Antiplanet* (Fig. 14).

[1]) Achromasie des Bildortes und der Brennweite.

[2]) Der Antiplanet, D.R.P. Nr. 16354 von Jahre 1881.

Auf Grund umfangreicher Rechnungen hatte Dr. Adolph Steinheil sich das Urtheil gebildet, dass das Bild an Schärfe um so gleichmässiger ist, *je ungleicher die Gesammtleistung des Objektivs in die beiden Glieder desselben vertheilt ist.* Demgemäss besitzen die beiden Glieder[1]) I und II *entgegengesetzte* Fehler von *absichtlich* hohem Betrage, und während die Brennweite von I positiv, aber kleiner als die Gesammtbrennweite ist, besitzt II eine negative Brennweite von genügender Länge. Ist Theil I mit den Fehlern einer einfachen Sammellinse behaftet, so besitzt Theil II die Fehler einer einfachen Zerstreuungslinse. Auf diese Weise ist innerhalb eines gewissen Gesichtsfeldes der *Astigmatismus zugleich mit der Bildwölbung verringert*, dafür nimmt aber die Unschärfe über dieses Feld hinaus rasch zu, sodass von einer gewissen Grenze an auch bei starker Abblendung kein scharfes Bild erhalten wird.

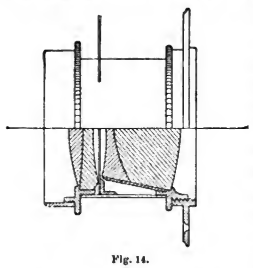


Fig. 14.

Erst durch Benutzung der neuen Jenaer Gläser konnten die in den folgenden Abschnitten zu besprechenden Objektive konstruirt werden, welche ein von Astigmatismus *freies* und dabei *ebenes* Bild liefern.

Zeiss-Anastigmat von P. Rudolph[2]). Die vom Antiplaneten erstrebte anastigmatische Bildebenung wurde erreicht durch das von Dr. Rudolph in Jena aufgestellte *„Prinzip der gegensätzlichen Abstufung der Brechungsquotienten“* in den beiden Gliedern des zusammengesetzten unsymmetrischen Objektivs. Hatte Steinheil durch absichtlich hohe, aber entgegengesetzte Fehler in den beiden Gliedern schon eine Reduktion der Anomalien schiefer Büschel erreicht, so konnte P. Rudolph dieselben thatsächlich beseitigen, indem er ein aus *normalen* Glaspaaren gebildetes, chromatisch und sphärisch korrigirtes Glied mit einem aus *anomalen* Glaspaaren gebildeten, chromatisch und sphärisch annähernd korrigirten Gliede verband oder, wie wir gemäss unserer neu eingeführten Definition einfach sagen können, *indem er einen Neuachromaten mit einem Altachromaten kombinirte.* Durch Kombination zweier Achromaten, von denen jeder nahe sphärisch und chromatisch korrigirt ist, kann aber nur dann der Astigmatismus gehoben werden, wenn die durch den einen Achromaten erzeugte astigmatische Aberration *entgegengesetztes* Vorzeichen hat gegenüber der vom anderen Achromaten hervorgerufenen astigmatischen Abweichung. Es lässt sich nun zeigen, dass in der That ein *Neuachromat* in Folge seiner *positiv* oder *sammelnd* wirkenden *Kittfläche* eine astigmatische Abweichung von entgegengesetztem Vorzeichen hervorruft, wie der Altachromat mit seiner *negativen* oder gleich einer *zerstreuenden* Linse wirkenden Kittfläche. In dieser *Gegensätzlichkeit der beiden Kittflächen* liegt die Bedeutung der gegensätzlichen Abstufung der Brechungsquotienten in den beiden Gliedern des Zeiss'schen Anastigmaten für die Beseitigung des Astigmatismus; dabei bietet der Neuachromat

[1]) Fortan wollen wir bei allen aus zwei *getrennten* Gliedern bestehenden Objektiven das Vorderglied mit I, das Hinterglied mit II bezeichnen.

[2]) D.R.P. Nr. 56109; *Engl. Patentschrift, 24. Mai 1890, Nr. 6028; The British Journ. of Photography 1890. S. 443.* Vogel's *Photogr. Mitthlgn.* **27.** *S. 84.* Carl Zeiss, Optische Werkstätte, Provis. Preislisten von 1890 und Katalog von 1891. Dr. Rudolph, Ueber den Astigmatismus photogr. Linsen. Eder's *Jahrb. f. Photogr. 1891. S. 225* und *1893. S. 221.* Derselbe, Die Zeiss-Anastigmate *Photogr. Wochenblatt 1892. Nr. 18 bis 21.* Derselbe, Die Zeiss-Anastigmate und deren Verwendbarkeit, Vortrag, gehalten im Verein zur Pflege der Photographie und verwandter Gebiete zu Frankfurt a. M. 1893. *Phot. Korr. 1893. S. 512.*

zugleich ein Mittel, die Bildwölbung zu korrigiren. Verbindet man also, wie beim Zeiss'schen Anastigmat (Fig. 15), einen Neuachromaten I mit einem Altachromaten II von geeigneter Konstruktion, so lässt sich eine nahe vollkommene Aufhebung des Astigmatismus schiefer Büschel unbeschadet der Ebenung eines grossen Bildfeldes erreichen. Auch bei relativ beträchtlichem Oeffnungsverhältniss wird beim Zeiss'schen Anastigmaten eine ungewöhnliche Gleichförmigkeit der Bildschärfe innerhalb eines grossen Bildwinkels erreicht.

Jedes Glied des Anastigmaten ist für sich nur nahezu vollständig achromatisirt; wohl aber ist das Gesammtsystem sowohl frei von „chemischem Fokus", als auch von der chromatischen Vergrösserungsdifferenz.

Der in Fig. 15 abgebildete Anastigmat ist ein *lichtstarkes* Weitwinkelobjektiv mit grösster Oeffnung $f/9$. Der in Fig. 16 abgebildete Anastigmat dient als *lichtstarkes Momentobjektiv;* er besteht aus einer zweifachen Front-, aber einer *dreifachen* Hinterlinse, natürlich unter Wahrung der gegensätzlichen Abstufung der Brechungsindizes in

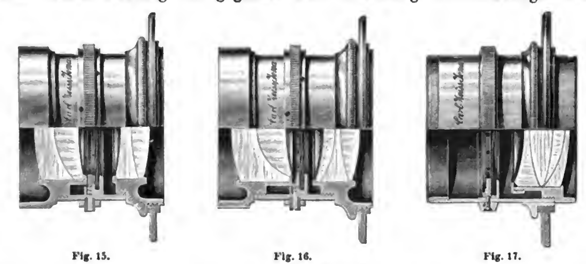


Fig. 15. Fig. 16. Fig. 17.

beiden Gliedern. Nur um bei grossem Oeffnungsverhältniss noch die sphärische Aberration *höherer* Ordnung beseitigen zu können, dient die fünfte Linse. Eine dritte Serie stellen eigentliche *Weitwinkel*-Systeme vor.

Auf die vor P. Rudolph schon von H. Schröder und A. Miethe gemachten Versuche, mittels Benutzung von *anomalen* Gläsern Anastigmate herzustellen, kommen wir später zu sprechen, da dieselben den *symmetrisch* zur Blende angeordneten *Doppelobjektiven* zugehören, also aus *zwei identischen* Neuachromaten bestehen.

Aus drei und vier Linsen verkittete Einzelobjektive mit anastigmatischer Bildebenung. Nachdem durch P. Rudolph das Prinzip festgelegt und erprobt war, nach welchem ein Objektiv gebaut werden musste, damit es ein zugleich ebenes und anastigmatisches Bild liefert, nämlich dass es in unserer Ausdrucksweise *aus einem Neu- und Altachromaten zusammengesetzt sei, von denen die eine Kittfläche eine sammelnde, die andere eine zerstreuende Wirkung besitzt,* lag es nahe, auch *einfache* Objektive mit anastigmatischer Bildebenung zu konstruiren.

Denkt man sich den Zeiss-Anastigmat (Fig. 15) so konstruirt, dass die äussere Fläche des zweiten Gliedes (Neuachromat) dieselbe *absolute* Krümmung hat, wie die äussere Fläche des ersten Gliedes (Altachromat), dreht das eine von beiden Gliedern um und kittet beide Glieder zusammen, so erhält man das im Jahre 1894 von Rudolph konstruirte und von C. Zeiss unter dem Namen „*Anastigmatlinse* $^1/_{12,5}$" in den Handel gebrachte anastigmatische Einzelobjektiv[1]) (Fig. 17), welches bei grosser Lichtstärke

[1]) Paul Rudolph, *Improvements in and relating to Photographic Objectives Nr. 19509.* Jena,

und guter Schärfe eine nach Rudolph's Angaben „bisher unerreichte Vollkommenheit der anastigmatischen Ebenung des Bildfeldes" besitzt. Da dieses Objektiv nicht aus getrennten Gliedern besteht, braucht auch nicht mehr jedes Glied für sich achromatisirt zu sein, vielmehr *können*, um andere Vortheile zu erzielen, die beiden Glieder stärkere, entgegengesetzte Aberration erhalten. In dieser Gestalt vereinigt in gewissem Sinne das Objektiv das antiplanetische Prinzip von Steinheil mit dem anastigmatischen von Rudolph. Jedenfalls sind die näheren Konstruktionsbedingungen nur noch von besonderen Anforderungen an das Objektiv und von den zur Verfügung stehenden Glasarten abhängig. Dabei können die verkitteten Glieder wieder den verschiedensten Charakter besitzen, sie können beide positiv oder aber das eine positiv, das andere negativ bezw. plan sein, wenn nur das Gesammtsystem dadurch achromatisch und sphärisch korrigirt bleibt. Auch ist die Reihenfolge der Gläser Nebensache, wenn nur der Typus gewahrt bleibt, dass zwei Gläser zusammen einen *Neuachromaten* mit einer *sammelnden* Kittfläche, die zwei anderen einen *Altachromaten* mit *zerstreuender* Kittfläche bilden, sodass das Rudolph'sche Prinzip der gegensätzlichen Abstufung der Brechungsquotienten verwirklicht ist und der Astigmatismus kompensirt werden kann.

Denken wir uns in dem *vierlinsigen* anastigmatischen Einzelobjektive die beiden mittleren Linsen durch eine einzige ersetzt, deren Brechungsexponent *zwischen* den Exponenten der beiden äusseren Linsen liegt, so erhalten wir ein *dreilinsiges* Einzelobjektiv (Fig. 18), welches gleichfalls die oben definirte Gegensätzlichkeit der Brechungs-

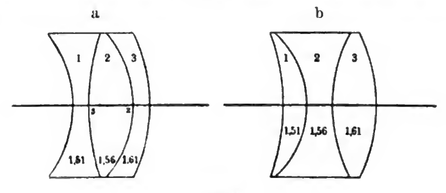


Fig. 18.

indizes aufweist und dem *anastigmatischen* Typus mit den zwei verschieden wirkenden Kittflächen (s = sammelnd und z = zerstreuend) angehört. Dabei ist das Rudolph'sche Prinzip gewahrt, sowohl wenn die mittlere Linse eine Sammellinse ist und die äusseren Linsen negative Brennweiten (Fig. 18a) haben, als auch umgekehrt, wenn die mittlere Linse eine Zerstreuungslinse ist und die äusseren Linsen eine positive Brennweite (Fig. 18b) haben.

Ein derartiges achromatisches Einzelobjektiv, welches aus drei verkitteten Linsen besteht und bei welchem das Bild anastigmatisch geebnet, sowie sphärisch in und ausser der Achse korrigirt ist, wurde *bereits vor* dem vierlinsigen Einzelobjektiv (Fig. 17) ausgeführt und zwar Ende 1891 nach Rechnungen von Dr. Rudolph in der Werkstätte von C. Zeiss, aber von dieser Firma erst 1893 unter dem Namen „*Anastigmat-Satzlinse Ser. VI*" in den Handel gebracht[1]).

November 17., 1894. *Engl. Patentschrift* in *The British Journ. of Photography. 1894. S. 829.* Siehe auch die deutsche Uebersetzung davon in Eder's *Jahrb. f. Photogr. 1895. S. 283.*

[1]) Paul Rudolph, *Improvements in Photographic Lenses or Objectives. Englische Patentschrift Nr. 4692.* Jena, April 22., 1893. In *The British Journ. of Photography 1893. S. 331.*

Unabhängig davon wurde v. Hoegh durch Rechnung gleichfalls auf diese einfachste Form einer anastigmatisch geebneten Einzellinse geführt, welche von der Firma C. P. Görz schon im Dezember 1892 nach v. Hoegh's Rechnungen zum Patent eingereicht wurde[1]), speziell in der *Kombination zweier solcher dreifach verkitteter Linsen zu einem symmetrisch gebauten Doppelobjektiv,* welches unter dem Namen *„Doppel-Anastigmat"* in den Handel gebracht worden ist.

Auch die Firma C. Zeiss kombinirte die schon als Einzelobjektiv korrigirte Anastigmat-Satzlinse zu zweien in dem „Satzanastigmat Ser. VIa". Die Fabrikation des dreilinsigen *Einzel*-Objektivs wurde von ihr jedoch wieder aufgegeben, seitdem diese Firma in dem verkitteten *vierlinsigen* System ein *Einzelobjektiv* (Fig. 17) besitzt, welches lichtstärker, besser anastigmatisch geebnet und besser korrigirt ist in Bezug auf die chromatische Vergrösserungsdifferenz als das dreilinsige. (Schluss folgt.)

Apparat zur Demonstration des Fizeau'schen Phänomens.

Von

Dr. C. Pulfrich in Jena.

(Mittheilung aus der optischen Werkstätte von C. Zeiss in Jena.)

Die unter dem Namen des Fizeau'schen Phänomens bekannte Erscheinung des periodischen Verschwindens und Wiedersichtbarwerdens von Interferenzstreifen, welche eine von zwei spiegelnden Flächen eingeschlossene und von Natriumlicht beleuchtete dünne Luftschicht bei stetig sich ändernder Dicke derselben zu erkennen giebt, hat Fizeau mit einem Apparat beobachtet, der im Wesentlichen aus einer *ebenen Glasplatte* und einer schwach *konvexen Linse* besteht, deren Abstand von einander mit Hülfe einer Mikrometerschraube messbar verändert werden kann[2]).

Die Anordnung hat den Nachtheil, dass die Beobachtung des periodischen Intensitätswechsels dem störenden Einfluss falschen Lichtes ausgesetzt ist, nämlich desjenigen Lichtes, welches von der oberen Fläche der Linse reflektirt wird. Das Gleiche gilt von denjenigen Anordnungen[3]), bei welchen die Linse des Fizeau'schen Apparates durch eine *planparallele* Glasplatte ersetzt ist. Andere Anordnungen sind mir nicht bekannt.

Ich habe bereits in einem früheren Jahrgang *dieser Zeitschrift* einen von mir konstruirten Hülfsapparat zum Abbe-Fizeau'schen Dilatometer beschrieben[4]), der ebenfalls die Möglichkeit bietet, die Dicke der Luftschicht stetig zu vergrössern und mit dem ich die Sichtbarkeitsverhältnisse der von mir benutzten Interferenzstreifen bei höheren Gangunterschieden im Einzelnen näher untersucht habe. Auch habe ich mit diesem Instrument unter Benutzung der beiden gelben Linien des Quecksilberspektrums einen für die Demonstration des Fizeau'schen Phänomens ganz besonders instruktiven Versuch angestellt und an der angegebenen Stelle des Näheren beschrieben.

---

[1]) D.R.P. Nr. 74437; *Photogr. Mitthlgn.* Berlin. *1893. Nr. 5, 6, 7, 8, 9, 12, 17; 1894. Nr. 21; The British Journ. of Photography 1893. S. 485; Engl. Patentschrift Nr. 23378.*

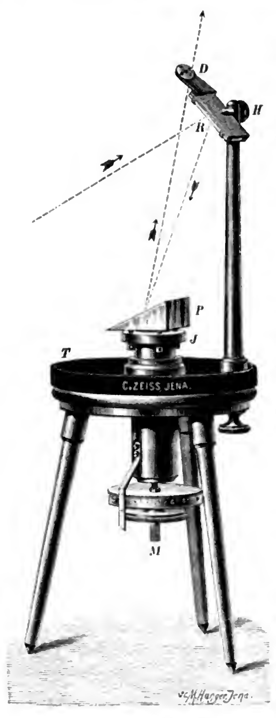
[2]) Vgl. Fizeau, *Pogg. Ann.* **119.** *S. 89. 1863.* — Ueber einen neueren Apparat dieser Art vgl. Damien und Paillot, *Traité de Manipulations de Physique S. 266.* Paris 1896.

[3]) Vgl. Ketteler, Theoretische Optik *S. 466.* Braunschweig 1885.

[4]) *Diese Zeitschr.* **13.** *S. 409. 1893.*

Der Einfluss falschen Lichtes ist bei jenem Instrument vermieden. Das Mittel ist das gleiche wie bei dem Tischchen des Dilatometers und besteht in der Anwendung der von Abbe eingeführten *keilförmigen Deckglasplatte*, deren Keilwinkel so bemessen ist, dass die von der oberen Fläche der Platte reflektirten Strahlen ganz ausserhalb des Gesichtsfeldes des Fernrohres zu liegen kommen.

Der vorliegende, in beistehender Figur in $^1/_3$ seiner nat. Grösse abgebildete und in erster Linie für die Beobachtung mit freiem Auge bestimmte Apparat zeigt im Wesentlichen die gleiche Einrichtung wie jener Hülfsapparat. Nur ist hier die keilförmige Deckplatte ersetzt durch ein *Prisma* von etwa 25° und an die Stelle der Fernrohrbeobachtung ist die Beobachtung mit blossem Auge und Diopter getreten. Auch hier ist die Beobachtung der Interferenzstreifen dem störenden Einfluss falschen Lichtes völlig entzogen.



Im Einzelnen ist über den Apparat, welcher für die Zwecke des physikalischen Unterrichts vielleicht einige Beachtung finden dürfte, Nachstehendes zu bemerken.

Der *Bewegungsmechanismus* für die Glasplatte besteht aus einem dreikantigen, äusserst sorgfältig gearbeiteten Metallstempel, welcher in einer Führung mit Hülfe der Schraube *M* messbar in vertikaler Richtung bewegt werden kann. Der Führungskörper ist in der Mitte des von drei Säulen getragenen und oben mit Sammet bekleideten Tellers *T* befestigt.

Der *Interferenzapparat* besteht aus der mit dem oberen Ende des Stempels fest verbundenen Glasplatte mit planpolirter Fläche — die Reflexion an der unteren Fläche dieser Platte wird durch Benutzung schwarzen (undurchsichtigen) Glases, bezw. durch Lackiren der unteren Fläche vermieden —, den Justirschrauben *J* und dem Prisma *P*. Die Interferenzstreifen sind dementsprechend geradlinig; Streifenabstand und Richtung derselben können mit Hülfe der Justirschrauben nach Belieben variirt werden. Eine auf der unteren Fläche des Prismas angebrachte Marke bildet ein Merkzeichen zum Zählen der vorüberziehenden Streifen.

Die *Beleuchtung des Interferenzapparates* geschieht unter Benutzung des in bestimmter Lage über dem Prisma festgehaltenen Spiegels *R*. Man *beobachtet* durch eine am oberen Rande des Spiegels angebrachte Oeffnung *D*. Die von der in etwa $^1/_2$ *m* Abstand vom Apparat aufgestellten Natriumflamme kommenden Strahlen nehmen den in der Figur skizzirten Verlauf; sie fallen auf die untere Fläche des Prismas normal auf und kehren angenähert auf dem gleichen Wege zurück. Das Prisma wird zu dem Ende so gerichtet, dass die brechende Kante desselben der Drehungs-

achse *H* des Spiegels parallel zu liegen kommt; die Natriumflamme wird der brechenden Kante des Prismas gegenüber und in die Ebene der Normalen von Prismen- und Spiegelfläche gebracht und endlich der Spiegel *R* durch Drehen um seine Achse *H* so eingestellt, dass man in der unteren Fläche des Prismas das Spiegelbild von *R* zu sehen bekommt.

Das erstmalige Aufsuchen der Interferenzstreifen wird durch Einstellen der Justirschrauben auf das Zusammenfallen der beiden Reflexbilder von *R* sehr erleichtert.

Wie leicht ersichtlich, verlassen alle von der Flamme ausgehenden und auf die obere Prismenfläche direkt und indirekt auffallenden und von ihr reflektirten Strahlen dieselbe in anderer Richtung als die durch die Oeffnung *D* hindurchtretenden Strahlen und sind daher für die Beobachtung ohne Nachtheil.

Es ist für die Beobachtung der Streifen bei höheren Gangunterschieden wünschenswerth, das wirksame Strahlenbündel einengen zu können[1]). Diesem Zweck dient die in der Figur sichtbare Drehscheibe *D*, welche mit 4 Löchern von 2, 1, $^1/_2$ und $^1/_4$ *mm* Durchmesser versehen ist.

Die zur *Messung der Dicke der Luftschicht* dienende Schraube *M* hat 0,2 *mm* Ganghöhe und eine in 200 Theile (1 Theil = 0,001 *mm*) getheilte Trommel. Die ganzen Umdrehungen der Schraube werden an dem in 1 *mm* getheilten Index mittels Nonius abgelesen. Der Nonius ist auf der Trommel angebracht und besteht aus 6 in der Figur nicht sichtbaren Parallelkreisen mit 0,8 *mm* Abstand, eine Einrichtung, die sich anscheinend recht gut bewährt. Schnelle Bewegungen der Schraube können durch Anfassen an dem Stift, langsame durch Anfassen an der Scheibe bewerkstelligt werden.

Eine neuerdings mit dem Apparat verbundene, auslösbare Vorrichtung ermöglicht die Ausführung von Schneckenbewegungen zum Zwecke des bequemeren Zählens der vorüberziehenden Streifen.

Die Dicke der Luftschicht kann bei dem Instrument bis auf etwa 15 *mm* gebracht werden. Mit einem gewöhnlichen Bunsenbrenner lässt sich der periodische Intensitätswechsel bequem etwa 12-mal hintereinander beobachten. Ich hatte geglaubt, durch Anwendung eines Metallspiegels oder einer polirten Fläche schwarzen Glases statt des auf der Rückseite mit Spiegelfolie belegten Spiegels *R* die Beobachtung noch mehr zu erleichtern, doch haben meine Versuche in diesem Punkt zu keinem bestimmten Resultat geführt.

Um die *Interferenzerscheinungen von anderen Spektralflammen*, so z. B. die des Lithium- und die des Thalliumlichtes mit dem Apparat beobachten zu können, kann man entweder in der vorstehend erläuterten Weise verfahren und hierbei manchen der interessanten Versuche über das Zusammenwirken der einzelnen Streifensysteme anstellen, oder, wenn es auf eine vollständige Trennung der Streifensysteme ankommt, man benutzt das dem Apparat beigegebene Metallblech, welches mit einer spaltförmigen Oeffnung von etwa 3 *mm* Breite versehen ist und auf das Prisma aufgelegt wird. Die Beobachtung geschieht durch ein geradsichtiges Amici'sches Prisma von hoher Dispersion, welches so zwischen Auge und Diopter *D* gehalten wird, dass der Hauptschnitt des Prismas senkrecht zur Spaltrichtung gelegen ist.

Weit vollkommener als mit blossem Auge und Diopter geschieht die Beobachtung der Interferenzstreifen spektral zerlegten Lichtes mit Hülfe eines dem optischen Theil des Abbe-Fizeau'schen Dilatometers nachgebildeten und für universelle Zwecke eingerichteten *Interferenzmessapparates*, über den ich in einem der nächsten Hefte nähere Mittheilungen machen werde.

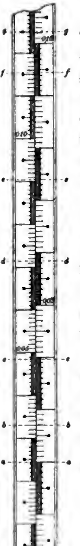
Jena, im Juni 1897.

---

[1]) Vgl. *diese Zeitschr.* **13.** *S. 377. 1893.*

Nivellirlatte mit Nonienvorrichtung.

Von
Stadtgeometer **J. Lehrke** zu Mülheim am Rhein.



Versuche, eine Nivellirskale für Tascheninstrumente zu konstruiren, die neben übernatürlicher Theilung hinreichend genau ist, um hinter dem Komma 2 Stellen zu ermitteln, liessen mich auf die folgende Konstruktion gelangen, mit Hülfe deren es gelingt, beim Nivelliren 4 Stellen scharf zu ermitteln und eine fünfte zu schätzen. Die Skale ist nach dem Prinzip der Nonieneinrichtungen in doppelter Weise konstruirt, nämlich mit vortragender und nachtragender Theilung, um durch doppelte Ablesung für diese gegenseitige Kontrolen zu schaffen. Sie ist Haupttheilung und Nonientheilung gleichzeitig.

Die zugehörige Abbildung ($^1/_2$ nat. Grösse) giebt die Einrichtung an: die linke Theilung (die längsschraffirten Felder sind in Wirklichkeit blau, die unschraffirten weiss) hat 10 Theile auf 18, die rechte 10 Theile auf 22 *cm* (die querschraffirten Felder sind in Wirklichkeit roth). Jeder dieser 10 Theile ist alsdann weiterhin in 10 Unterabtheilungen zerlegt, die sich auf der Nivellirlatte auf 100 *m* Entfernung noch erkennen lassen und nöthigenfalls als Felder dargestellt werden können.

Jede Höhenablesung an einer Skale setzt sich aus zwei Theilen zusammen, nämlich aus der gewöhnlichen Ablesung mit Schätzung des Bruchtheiles eines Intervalls und einer Korrektion, die gleich dem zehnten Theil der jeweiligen Ablesung ist und für die grosse Theilung positives, für die kleine (1 *pars* = 1,8 *cm*) negatives Vorzeichen besitzt. Beide Resultate addirt, ergeben die gesuchte Höhendifferenz.

Beispiel: Visur *dd*.	Linke Theilung 0,071 50		Rechte Theilung 0,058 40
	— 0,007 15		+ 0,005 84
	0,128 59 *m* = 0,064 35	+	0,064 24.

Die Richtigkeit des Verfahrens ist ohne Weiteres einleuchtend.

Ablesungen an der Nonienlatte.

1		2		3		4
Station		Ablesungen Lattentheilung		Ergebniss in Metermaass $a + b$		Unterschiede
		blau-weiss $x - {}^1/_{10}\,x = a$	roth-weiss $y + {}^1/_{10}\,y = b$	Rückblick Vorblick	zwischen und seitlich	
km	+ *m*			*m*	*m*	*m*
d		0,071 50	0,058 40			
		0,007 15	0,005 84	0,128 59	•	
b		0,033 11	0,026 99			
		0,003 31	0,002 70	. . . . .	0,059 49	0,069 10
(× *g*)		0,125 00	0,102 10			
		0,012 50	0,010 21	0,224 81		× 9,834 68
(× *g*)		0,048 50	0,039 40			
c		0,004 85	0,003 94	0,086 99		
× *a*		0,024 20	0,019 90			
		0,002 42	0,001 99	0,043 67		0,043 32

1		2		3		4
Station		Ablesungen Lattentheilung		Ergebniss in Metermaass $a + b$		Unterschiede
	+	blau-weiss $x - \frac{1}{10}x = a$	roth-weiss $y + \frac{1}{10}y = b$	Rückblick Vorblick	zwischen und seitlich	
km	*m*			*m*	*m*	*m*
(× *a*)		0,090 50	0,074 00			
e		0,009 05	0,007 40	0,162 84		
× *f*		0,115 60	0,094 40			
		0,011 57	0,009 44	0,207 87		× 9,954 97
		0,508 41	0,456 71	0,378 42	0,059 49	
		0,050 86	0,457 55	0,476 35	0,854 77	× 9,902 07
		0,457 55	0,914 26	× 9,902 07	0,914 26	

Die vorstehenden Ablesungen erfolgten auf einer auf Papier gezeichneten Skale, die auf eine genaue Eintheilung keinen Anspruch machen kann.

Wenn auch in der gewöhnlichen Vermessungspraxis eine derartige Verfeinerung des Ableseverfahrens, wie sie die beschriebene Einrichtung vorstellt, nicht erforderlich scheint, so lange sich nicht gleichzeitig die übrigen Fehlerquellen in Belichtung und Temperatur beseitigen lassen, so wird man sie immerhin bei wissenschaftlichen Arbeiten grundlegender Art sowohl, als auch zur Kontrole der Messwerkzeuge und Instrumente mit Vortheil und Erfolg verwenden können. Auch auf anderen Gebieten (Barometrie, Volumen- und Gewichts-Bestimmungen, Geschützwesen u. s. w.) wird die neue Theilung oft von grossem Nutzen sein.

Automatische Quecksilberluftpumpe.

Von

Prof. Dr. **G. Jaumann.**

Die Töpler'sche Quecksilberpumpe sollte wenigstens der Theorie nach ein viel vollkommeneres Vakuum als die Sprengel'sche Pumpe geben, denn das Fallrohr der Töpler'schen Pumpe wirkt schon für sich als eine Sprengel'sche Pumpe, das so erzeugte Vakuum wird aber nachher noch auf den ganzen Saugraum der Töpler'schen Pumpe ausgedehnt und dabei mindestens noch um das 1000-fache gesteigert.

Freilich kommt bei der ursprünglichen Form der Töpler'schen Pumpe dieser Vortheil nicht zur Geltung. Dasselbe Quecksilber, welches in dem Fallrohr nach abwärts geflossen ist, muss sogleich wieder in demselben hinauf- und in den Saugraum zurückfliessen. Dabei bringt es alle kleineren Luftblasen wieder mit.

Diesem Uebelstand hat Neesen dadurch abgeholfen, dass er zwischen Saugraum und Fallrohr ein Schlangenrohr und eine Erweiterung eingeschaltet hat. Dies hat mehrere Vortheile, vor allem hindert es die Luftblasen zurückzukommen. Aber es hindert sie auch hinauszugehen, schon ziemlich grosse Luftblasen setzen sich im Anfange des Schlangenrohres fest und sind nicht hinauszutreiben, wohl aber gehen sie nachher beim Zurückfliessen des Quecksilbers sogleich wieder in den Saugraum zurück.

Schuller hat das Fallrohr überhaupt fortgelassen und ein Ventil angebracht. Auch dieses ist für das Austreiben der Luftblasen ein Hinderniss.

Ich bin zu der einfachen Töpler'schen Form zurückgekehrt. Man darf den hinausgehenden Luftblasen kein Hinderniss in den Weg stellen, das Fallrohr muss beibehalten werden und es muss wie eine Sprengel'sche Pumpe wirken. Aber das in dem Fallrohr herabgefallene Quecksilber darf nicht wieder in demselben aufsteigen, sondern es muss *auf einem anderen Wege* mit der Hauptmasse des Quecksilbers wieder vereinigt werden. Während also bei der Töpler'schen Pumpe alle Quecksilberbewegungen hin- und hergehende sind, ist bei meiner Pumpe nur die Bewegung der Hauptmasse des Quecksilbers eine hin- und hergehende, die kleine Quecksilbermenge, welche durch das Fallrohr fällt, fällt nachher weiter und direkt in das Reservoir der Pumpe, sie macht keine hin- und hergehende Bewegung, sondern einen Kreislauf. *Niemals bewegt sich in dem Fallrohr das Quecksilber in anderer Richtung als nach abwärts.* Dies ist das Prinzip der im Folgenden beschriebenen Pumpe.



Fig. 1.

Gegenwärtig wird Niemand mit einer nichtautomatischen Pumpe arbeiten wollen. Raps hat bekanntlich die Neesen'sche Pumpe sehr schön automatisch wirksam gemacht, freilich durch einen etwas kostspieligen Mechanismus. Schuller hat das Gleiche durch eine sehr einfache, wenn auch nicht besonders ansprechende Vorrichtung erreicht.

Ich selbst habe in *Wied. Ann.* ***61.*** *S. 204. 1897* eine *hahnlose Steuerung* zum automatischen Betrieb von Hubluftpumpen beschrieben. Mit dieser ist die im Folgenden beschriebene Pumpe versehen. Sie besitzt zufolge dessen überhaupt keine beweglichen Theile, brauchte auch, im Prinzip wenigstens, keine Hähne zu haben. Es bewegt sich nichts in derselben als Quecksilber und Luft unter dem Antriebe einer Wasserluftpumpe, sowie dies auch bei automatischen Sprengel'schen Pumpen der Fall ist.

Beschreibung der Pumpe. In Fig. 1 ist die Pumpe in $^1/_{12}$ nat. Grösse abgebildet. In der Mitte sieht man den Saugraum S und darunter das Reservoir R. Zwischen beiden ist die Töpler'sche Abzweigung T, welche durch das mässig aufragende Rohr P und das Trockengefäss O zu dem Rezipienten bei N führt. Rechts von R und S ist die Steuerung ACH, links von R und S ist das Fallrohr MUX angebracht.

Die Wasserluftpumpe saugt bei W, die äussere Luft strömt bei L durch ein Chlorcalciumrohr zu.

Das Fallrohr. Das eigentliche Fallrohr ist nur ein gebogenes Röhrchen von 25 *cm* Länge. Es sitzt auf dem Saugraum mittels eines Schliffes k, welcher *innen* und aussen mit Quecksilber gedichtet ist (vgl. Fig. 2). Mit dem Gefäss U ist es durch einen Kautschukpfropf verbunden, über welchem die Quecksilberdichtung m sich befindet. Das Fallrohr ist dem Zerspringen in keinem höheren Maasse ausgesetzt,

als ein verkürztes Fallrohr einer Sprengel'schen Pumpe und kann jedenfalls sehr leicht ersetzt werden.

Das durch das Fallrohr fallende Quecksilber gelangt zunächst in das Gefäss *U* und giebt dort die mitgerissene Luft grösstentheils ab[1]), später fällt es weiter durch das Rohr *oXr* in das Reservoir *R* und zwar dann, wenn in *R* der kleinste Druck herrscht. Da es hierbei durch *r* in einen luftverdünnten Raum rinnt, wird es noch weiter von Luft befreit. Es liessen sich, wenn man das Möglichste thun will, auf diesem Wege noch besondere Luftfänge anbringen, doch sind diese entbehrlich. Je sorgfältiger freilich man das Quecksilber von Luft befreit, desto besser evakuirt die Pumpe.



Fig. 2.

Die Steuerung. Bei der in Fig. 1 gezeichneten Stellung des Quecksilbers herrscht in dem Raume *A* und *R* der grösste Druck, welcher 5 bis 10 *cm* kleiner als der Atmosphärendruck in *C* ist. Die Wasserluftpumpe bei *W* saugt durch die kleine Oeffnung *b*, das Quecksilber steigt während 140 Sek. aus *C* in dem Barometerrohr *ca* auf, bis es durch die kleine Oeffnung *a* ausfliesst. Hierbei ist in der Pumpe das Quecksilber aus *S* nach *R* gesunken, das überschüssige Quecksilber aus *U* durch *oXr* ebenfalls nach *R* geflossen. Das Ueberrieseln des Quecksilbers aus *C* durch *a* nach *A* dauert 25 Sek., während dieser Zeit strömt die Luft aus dem auszupumpenden Rezipienten bei *N* nach *S*.

Endlich ist das ganze Quecksilber aus *C* nach *A* gesogen und die Oeffnung *c* wird frei. Dies geschieht *unter allen Umständen genau* bei einem Unterdruck in *A* und *R*, welcher der Höhendifferenz *ac* (67 *cm*) gleich ist.

Nachdem *c* frei geworden ist, strömt Luft von aussen durch das Chlorcalciumrohr bei *L* nach *A* und *R*, und das Quecksilber wird aus *R* nach *S* gedrückt und zwar steigt es — weil die Oeffnung *a* klein ist und weil die Wasserluftpumpe fortgesetzt bei *b* saugt — zum Schlusse sehr sanft. Ganz *langsam* in *grossen schlagenden Tropfen* fliesst es bei *M* über und erzeugt dort nach einigen Tropfen ein Vakuum[2]).

Gleichzeitig fällt das Quecksilber in *A* und steigt in *fd*, endlich fliesst eine gewisse von der Länge *dg* abhängende Menge plötzlich bei *d* über nach *C*, worauf das Spiel der Steuerung und der Pumpe von neuem beginnt.

Dieses Ueberfliessen bei *d* findet bei einem Druck in *A* und *R* statt, welcher *nur abhängt* von der Menge des Quecksilbers, welche in der Steuerung vorhanden ist, denn allein diese Quecksilbermenge bestimmt es, wie hoch das Quecksilber in *A* steht, wenn es bei *d* überfliesst.

Während also die Geschwindigkeit, mit welcher die Steuerung und die Pumpe arbeitet, selbstverständlich von der Wirksamkeit der Wasserluftpumpe, also von dem Wasserdruck, welcher ja variabel sein kann, abhängt[3]), hängt die *Amplitude* der Quecksilberbewegung in der Pumpe, welche allein genau regelmässig sein muss, nur von zwei *durchaus konstanten* Grössen ab, nämlich nur von der Höhendifferenz *ac* und

[1]) Diese zieht dann durch das *Rückschlagsventil V* zur Wasserluftpumpe ab.

[2]) Durch das Abreissen dieser grossen Tropfen geräth das Quecksilber auf beiden Seiten des Risses in heftige akustische Schwingungen, welche vorübergehend im Innern des Quecksilbers den Druck Null herstellen. Ein etwa vorhandenes kaum sichtbares Luftbläschen dehnt sich bis zu 1 *cm* Durchmesser aus und wird durch das Hinausströmen des Quecksilbers mit Leichtigkeit transportirt.

[3]) Man kann also die Pumpe auch benutzen, wenn die Wasserleitung anderweitig in unregelmässiger Weise beansprucht wird, doch wird man eine kräftige Wasserluftpumpe anwenden und nicht bei allzu kleinem Wasserdruck arbeiten. Ich habe ungefähr 3 Atmosphären Wasserdruck, es würde aber auch ein kleinerer Druck ausreichen.

von der Menge des Quecksilbers in der Steuerung. Infolge dessen ist die Wirkung der Pumpe genau regelmässig und verlässlich.

Justirung der Pumpe. Die Pumpe verträgt den Transport in fast völlig montirtem Zustand. Das Fallrohr *Mn* soll nicht mehr wie 2 *mm* lichte Weite haben, die Biegungen bei *M*, *d* und *r* sollen glatt sein, das Rohr *oXr* und *fdg* soll 4 *mm* lichte Weite haben, das Steigrohr in dem Quecksilberrückschlagsventil *V* soll möglichst eng sein. Die Höhendifferenz *ac* soll mindestens 67 *cm*, *dg* mindestens 9 *cm*, *tM* höchstens 57 *cm* und *hT* mindestens 15 *cm* betragen, wobei *t* der tiefste, *h* der höchste Stand des Quecksilbers in *R* ist.

Zunächst wird *V* mit der passenden Menge Quecksilber gefüllt, dann fülle man 500 *g* bei *E* oder bei *H* in die Steuerung, wobei der Hahn *q* vorübergehend geöffnet wird. Die Oeffnung bei *a* ist bis auf 0,5 *mm* lichte Weite zugeschmolzen, die Oeffnung *b* ist, falls man über einen guten Wasserdruck verfügt, bedeutend kleiner zu machen.

Nun setzt man die Wasserluftpumpe bei *W* in Gang. Die Steuerung beginnt sofort zu spielen und man hat zunächst ihre Amplitude einzurichten. Ist der Maximaldruck, der sich in *A* einstellt, kleiner, als man es wünscht, so schmilzt man die Oeffnung *b* ein wenig mehr zu und umgekehrt. Das Quecksilber muss bei *d* nur langsam und zögernd überfliessen. Fliesst es zu rasch über, so ist im Verhältniss zu der Kleinheit der Oeffnung *b* zu viel Quecksilber in der Steuerung und man muss etwas davon nach *H* ablassen und umgekehrt verfahren, wenn das Quecksilber bei *d* zu langsam oder nicht mit Sicherheit überfliessen will.

Fig. 3.

Da jeder der Hähne *E* und *F* zwei verschiedene Bohrungen *i* und *a* resp. *b* hat[1]) (vgl. Fig. 3), so kann man es leicht so einrichten, dass man mit 2 Handgriffen von einem bestimmten Maximaldruck zu einem andern bestimmten Maximaldruck übergehen kann. Man verwendet die grössere Amplitude der Steuerung zu Beginn des Pumpens, weil sonst die Luft aus *S* überhaupt nicht hinausgedrückt würde, die kleinere Amplitude zu Ende des Pumpens, weil sonst das Quecksilber bei *M* zu stark anschlagen würde.

Nachdem man die Steuerung so eingerichtet hat, lässt man sie 24 Stunden laufen, ohne Quecksilber in die Pumpe zu füllen. Während dieser 24 Stunden wird durch die Steuerung automatisch über 400-mal die Luft aus allen Pumpentheilen ausgepumpt und *trockene* Luft eingelassen. Dies ist eine ausserordentlich wirksame und bequeme Methode zur Entfernung von Dämpfen aus einem Gefäss und kann die Steuerung (in der einfacheren *a. a. O.* beschriebenen Form) auch zu diesem Zweck (Trocknen, Entfernen von Aetherdampf etc.) in Laboratorien vortheilhaft verwendet werden.

Endlich füllt man *trockenes* Quecksilber bei *F* in das Reservoir *R*. Man wird diese Füllung in mehreren Absätzen vornehmen, weil nicht zu viel Quecksilber in der Pumpe sein darf.

Gebrauch der Pumpe. Man schliesst zunächst den Hahn *E* und setzt die Wasserluftpumpe bei *W* in Gang. Nun besorgt dieselbe das Vorpumpen. Ist sie zur Grenze ihrer Leistungsfähigkeit gekommen, so stellt man den Hahn *E* in eine von der in Fig. 1 gezeichneten um 180° verschiedene Stellung und lässt etwas Quecksilber nach *H* ab, d. h. man stellt die Steuerung auf die grösste Amplitude. Nach einigen Pumpen-

[1]) und da die koordinirte Quecksilbermenge leicht durch Marken an dem Gefäss *H* angegeben werden kann.

zügen dreht man E um 180° und lässt das Quecksilber aus H wieder nach C, d. h. man stellt die kleinste Amplitude der Steuerung her. Von da an fordert die Pumpe keine Beaufsichtigung. Ich habe diese Pumpe seit mehr als einem halben Jahre in täglichem Gebrauch und bin mit ihr zufrieden.

Herr Franz Müller (Dr. H. Geissler's Nachf.) in Bonn stellt diese Pumpe nach meinen Angaben in sorgfältigster Ausführung her.

Physik.-chem. Institut der deutschen Universität Prag, im Juli 1897.

Referate.

Die Leibniz'sche Rechenmaschine.

Von W. Jordan. *Zeitschr. f. Vermess.* **26.** *S. 289. 1897.*

Die Leibniz'sche Rechenmaschine.

Von A. Burkhardt. *Ebenda S. 392.*

Die Zeitschrift für Vermessungswesen hat unlängst wichtige Beiträge zur Geschichte der Rechenmaschine veröffentlicht. Burkhardt in Glashütte, der bekannte Verfertiger vortrefflicher Rechenmaschinen, der 1893 die Leibniz'sche Maschine in Hannover sah und sie 1894 mit dem Auftrag erhielt, sie benutzbar zu machen, berichtet in dem zweiten der angeführten Aufsätze genau über alle Einzelheiten seiner Untersuchung und Behandlung der Maschine. Obwohl sich die Anbringung einer Anzahl von Zuthaten und die Umarbeitung einzelner Theile nicht vermeiden liess, wenn die Maschine überhaupt sollte in Gang gesetzt werden können, gewinnt man durchaus den Eindruck, dass es Burkhardt in nichts an der gebührenden Pietät gegen das Werk hat fehlen lassen. Nicht weniger als 2½ Jahre hat er sich mit der Maschine beschäftigt; zumal der Schaltwerkrahmen war völlig unbrauchbar geworden, die Wellen waren unrund und verbogen, die Schaltwalzen mussten neu auf der Welle befestigt werden; der Antrieb, aus 17 Kronrädern bestehend, konnte — ohne eingreifende Aenderung, die doch ausgeschlossen bleiben sollte und musste — lange nicht in Ordnung gebracht werden; erst nach Ersetzung aller Stahlräder durch neue konnte allmählich ein „ganz leidlicher Gang“ des Antriebs gewonnen werden. Burkhardt fügt seinem Bericht eine „Theorie der Leibniz'schen Rechenmachine“ bei; er folgert zum Schluss, dass die jetzt nach Hannover zurückgebrachte Maschine, so wie sie vorlag, „niemals gegangen sein kann“ (— bezieht sich wohl hierauf die Bemerkung in einem im Besitz des Ref. befindlichen Manuskript von dem württembergischen Rechenmaschinen-Erfinder Pfarrer Hahn, dass „Herr von Leibniz endlich gescheitert“ sei? —) und dass die zweite Leibniz'sche Maschine, die gebrauchsfähig war, wohl von ganz anderer Konstruktion gewesen sein werde. Aber jedenfalls hat Leibniz, der Erfinder der Staffelwalze, die „Grundlage für alle Rechenmaschinen geschaffen“.

In dem zuerst angeführten Aufsatz giebt Jordan zunächst eine Zusammenstellung alles bisher über die Leibniz'sche Maschine (von Zöllner, Gerke, Mohrmann und ihm selbst) Publizirten und ergänzt es durch Abdruck des von Leupold im *Theatrum arithmetico-geometricum* (1762) über „die curieuse Rechenmaschine des Herrn von Leibniz“ (und über seine eigene, die Vorläuferin der Hahn'schen) Beigebrachten. Von grösster Wichtigkeit ist aber, dass Jordan den „ersten Versuch und Anfang“ macht, „die in der Königlichen Bibliothek zu Hannover befindlichen Originalhandschriften von Leibniz — d. h. noch gänzlich ungehobene Schätze — ans Tageslicht zu bringen“. Er zählt nach einer „ersten Durchsicht“ nicht weniger als 23 Nummern auf, die Handschriften von Leibniz über seine Rechenmaschine enthalten (über 5½ hundert Seiten). Was Jordan aus einem dieser Manuskripte im Original und in Uebersetzung mittheilt, lässt als zweifellos erkennen, dass er mit dem Wunsch, es möchten vor allem diese Originalaufzeichnungen des grossen Urhebers der Erfindung all-

gemein zugänglich gemacht werden, das Richtige trifft. Dass diese Aufgabe die Kräfte des Einzelnen übersteigt, sollte und darf kein Hinderniss sein; die Unterstützung öffentlicher Mittel kann einem Vorhaben nicht fehlen, das die Geschichte einer glänzenden Erfindung aufhellen und diese Erfindung endgiltig Deutschland zuweisen wird. Der Ref. glaubt allgemeiner Zustimmung sicher zu sein, wenn er auch in dieser Zeitschrift diese Ansicht Jordan's mittheilt und sich ihr anschliesst. *Hammer.*

Ein neues automatisches Tachymeter.

Von V. Baggi. *Rivista di Topografia e Catasto* ***9.*** *S. 42. 1896/97.*

In diesem zweiten Abschnitt der Abhandlung über sein selbstthätiges Tachymeter (vgl. *diese Zeitschr.* ***16.*** *S. 340. 1896*) beschreibt Baggi die Anwendung auf Bestimmung der Höhenunterschiede. Messungs-Ergebnisse oder vorläufige praktische Versuche werden nicht mitgetheilt. *Hammer.*

Die Biegung und die Theilungsfehler der Kreise am Meridian-Instrument zu Albany.

Von Lewis Boss. *Astronom. Journ.* ***16.*** *S. 189. 1896.*

Wie schon im Jahre 1879, so untersuchte Verf. auch 1895, diesmal jedoch mit grösserer Ausführlichkeit, nach einer neuen, theils von Newcomb, theils von ihm selbst herrührenden Methode die beiden Kreise des von Pistor & Martins im Jahre 1856 gebauten Meridian-Instrumentes zu Albany auf Biegung und Theilungsfehler.

Bei der gewöhnlichen, von Bessel zuerst angewandten Methode zur Bestimmung der Theilungsfehler wird bekanntlich, wenn z. B. die Theilstriche von 15 zu 15 Grad untersucht werden sollen, in einem Winkelabstand von 15° von einem festen Mikroskop ein zweites Mikroskop angebracht; die Intervalle von 15° werden der Reihe nach zwischen die Mikroskope gebracht und durch die Mikroskop-Mikrometer gemessen, bis eine ganze Umdrehung des Kreises vollendet ist. Das arithmetische Mittel sämmtlicher Ablesungen ist die wahre Grösse eines Intervalles von 15°. Die Fehler der einzelnen Theilstriche sind dann unschwer zu bestimmen.

Bei der Newcomb-Boss'schen Methode werden beide Kreise gleichzeitig untersucht und daher auch beide gleichzeitig von je einem Beobachter abgelesen. Als eine Ablesung gilt das Mittel aus den Angaben der vier Mikroskope jedes Kreises. Bei der rechnerischen Bestimmung der Fehler wird immer nur die Summe der Ablesungen von Kreis A und Kreis B gebraucht, die natürlich, abgesehen von den Beträgen der Biegung, der Theilungsfehler und der Ablesungsfehler, dieselbe bleiben muss, solange nicht ein Kreis gegen den andern auf der Achse um einen Winkel gedreht wird. Aus den geringen Verschiedenheiten der Summen lassen sich, wenn die Kreise auch noch gegen einander verstellt werden, die Biegung und die Theilungsfehler bestimmen, während die bald mit positivem, bald mit negativem Zeichen auftretenden Ablesungsfehler sich im Grossen und Ganzen aufheben werden.

Verf. ging in folgender Weise bei Untersuchung der Kreise vor. Zunächst wurden die beiden Kreise bei den Zenithdistanzen des Rohres 0°, 45°, 90°.... 315° und dann in umgekehrter Reihenfolge der Zenithdistanzen abgelesen. Hierauf drehte man den Kreis B um 45° um seine Achse und machte wiederum die Kreisablesungen bei den verschiedenen Zenithdistanzen des Rohres wie vorhin. Sodann drehte man Kreis B um je 45° weiter und nahm die Ablesungen der beiden Kreise vor, bis beide Kreise wieder die ursprüngliche Stellung zu einander einnahmen. Jetzt wurde Kreis A in gleicher Weise von 45 zu 45 Grad um die Achse gedreht und nach jeder Drehung die Ablesung beider Kreise bei den 8 verschiedenen Zenithdistanzen des Rohres, die man einmal in der einen, dann in der entgegengesetzten Reihenfolge einstellte, vorgenommen. Die ganze Arbeit wurde nach Umlegung des Instrumentes, also bei Klemme Ost, wenn sie früher bei Klemme West geschehen war, wiederholt.

Durch geeignete Kombination der zahlreichen Ablesungen konnte dann mittels der Methode der kleinsten Quadrate für jeden Kreis der wahrscheinlichste Werth der Korrektion gefunden werden, deren die Ablesung, d. h. das Mittel aus den Angaben der vier Mikroskope, bedarf, wenn eines der Mikroskope über dem Theilstrich 45° steht; die Korrektion der Ablesung, wenn eines der Mikroskope auf 0° steht, wurde hierbei gleich Null angenommen.

Ebenso wurden durch Kombination der Ablesungen die Konstanten F und α gefunden, welche in der den Betrag der Biegung für die Kreisablesung R angebenden Formel $F \sin (R + \alpha)$ vorkommen.

Nach demselben Prinzip, wenn auch nicht mit derselben Gründlichkeit, zum Theil unter Beschränkung auf einen Quadranten, wurden die Intervalle von 30°, 15°, 9°, 3°, 1°, 20' untersucht.

Beide Kreise zeigten sich sehr gut getheilt, besonders Kreis B, bei dem der durchschnittliche Fehler der die Vielfachen von 5° angebenden Stücke nur 0",16 oder in Länge 0,38 μ betrug. Verf. vermuthet auf Grund der von ihm für die 20'-Intervalle gefundenen Korrektionswerthe, dass wie bei dem Leydener Pistor & Martins'schen Meridiankreis auch bei dem zu Albany die Minutenstriche von einem einen Grad langen Bogen kopirt worden seien. Der beim Kopiren eines Striches begangene Fehler ergab sich dem Verf. zu ± 0",11.

Die Newcomb-Boss'sche Methode zur Bestimmung der Theilungsfehler ist zweifellos umständlicher als die gewöhnliche Bessel'sche, doch hat sie den grossen Vorzug, dass bei der Untersuchung der Kreise dieselben Mikroskope benutzt werden, überhaupt das ganze Arrangement (Beleuchtung u. s. w.) genau dasselbe ist wie bei der Anstellung astronomischer Beobachtungen.

Zur Korrektion einer gemessenen Zenithdistanz wegen Biegung genügt die Kenntniss der Biegung der Kreise allerdings nicht; hierzu ist es nöthig, den Einfluss der Biegung des ganzen Instrumentes auf die Kreisablesung zu kennen.

Interessant ist ein kleiner Versuch, den Verf. zur Untersuchung der Biegung eines Kreises anstellte. An der nach Süden gelegenen, in gleicher Höhe mit der Achse des Meridiankreises befindlichen Stelle dieses letzteren hing er ein Gewicht von 227 g auf und verglich die Ablesungen der vier Mikroskope mit den Ablesungen bei unbelastetem und dann auch bei an der entgegengesetzten Stelle belastetem Meridiankreis. In folgendem Täfelchen sind in Spalte 1 die Ablesungen bei unbelastetem Meridiankreis angegeben mit Weglassung der Grade und Minuten, in Spalte 2 die Ablesungen bei südlicher Belastung, in 3 bei nördlicher Belastung; die Spalten 4 und 5 sind Wiederholungen von 2 und 3; 6 giebt die Ablesungen, wenn zum Schluss die Belastung wieder fortgenommen wurde.

	1	2	3	4	5	6
Mikroskop I	34",2	40",7	29",1	40",4	29",3	34",7
„ II	37,4	43,6	32,3	43,5	32,6	38,1
„ III	25,5	31,4	19,5	31,0	20,2	25,2
„ IV	32,4	38,1	26,8	37,8	26,9	32,5

Der Kreis hat also durch die Belastung eine Drehung um seinen Mittelpunkt erfahren, für die alle Mikroskope denselben Werth, durchschnittlich 5",6, ergeben; wahrscheinlich ist sie auf eine Biegung der Speichen zurückzuführen. Die Biegung eines unbelasteten Kreises durch die Schwere kann aufgefasst werden als die resultirende Wirkung einer unendlichen Zahl von unsymmetrisch über den Kreis vertheilten Massen.

Von der oben erwähnten Sinusformel für die Biegung eines Kreises konnte Verfasser aus seinen Ablesungen nachweisen, dass sie in der That die Beobachtungen sehr gut darstellt.

Da bei einem Kreise von 1 *m* Durchmesser 1" nur gleich 2,4 μ ist, so geht des Verf. Ansicht dahin, man solle den Meridiankreisen einen grösseren Durchmesser geben, um die Theilung genauer machen zu können. Für die Speichen des Kreises sei der T-förmige dem trapezischen Querschnitt vorzuziehen.

Es sei hier noch auf einen unlängst in den *Astronom. Nachrichten* **141.** *S. 321. 1896* erschienenen Aufsatz von Professor Harzer über den Einfluss der Schwere auf Kreise astronomischer Instrumente hingewiesen. Die Resultate der theoretischen Untersuchungen sind, um ein Beispiel zu geben, auf den Meridiankreis der Gothaer Sternwarte angewandt. Zur Veranschaulichung sind zwei Figuren beigegeben, welche die 10000-fach vergrösserte Biegung des Kreises, der sogenannten Neutralfaser, in den beiden Fällen darstellen, wo die Vertikallinie durch zwei der acht vorhandenen Speichen geht und wo sie den Winkel zwischen zwei Speichen halbirt. *Kn.*

Neue Nebenapparate für die Schwungmaschine.

Von H. Hartl. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* **10.** *S. 121. 1897.*

Der in Fig. 1 dargestellte Apparat, eine Abänderung bekannter Vorrichtungen, bringt das Gesetz, dass die Schwungkraft bei bestimmter Umdrehungszeit von dem Massenmoment abhängig ist, genau, anschaulich und bequem zur Darstellung. Durch die Löcher *n n* des Gestelles *g*, das mit dem Stifte *b* auf die Schwungmaschine gesetzt wird, ist ein starker, theilweise mit Schraubengewinde versehener Messingdraht *a* gesteckt. Auf ihm können an beliebiger Stelle 25 *g* schwere Messingscheiben m_1 m_2, in die das Muttergewinde eingeschnitten ist, eingestellt werden. An den Enden des Drahtes sind die Schraubenmuttern *s s* aufgeschraubt, um die Bewegung des Drahtes nach beiden Seiten zu begrenzen.

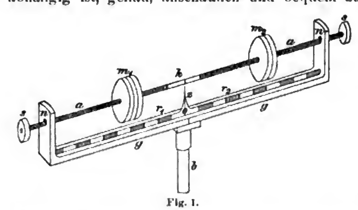


Fig. 1.

Vor jedem Versuch wird der Draht stets so eingestellt, dass seine Mitte, die Rille *k*, über der Zeigerspitze *z* steht, die genau in der Drehungsachse liegt und den Nullpunkt des auf

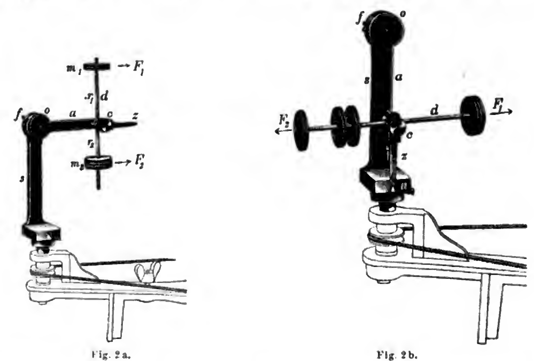


Fig. 2a. Fig. 2b.

dem Gestelle aufgeschraubten Maassstabes bildet, dessen Zentimeter abwechselnd roth und weiss angestrichen sind. Der Apparat nebst 5 Scheiben kostet 10 M.

Die in Fig. 2a und 2b abgebildete Vorrichtung ist empfindlicher und stellt sich selbst-

thätig auf gleiche Massenmomente ein. Sie besteht aus einer auf die Schwungmaschine aufzusetzenden eisernen Säule *s* mit dem in *o* leicht drehbaren Messingarm *a*, der durch Anziehen der auf der Rückseite angebrachten Flügelschraube *f* in jeder Lage festgestellt werden kann. Das zweifach umgebogene Ende des Armes *a* trägt zwischen Körnerspitzen die Achse *c*, durch die der mit Schraubengewinden versehene starke Messingdraht *d* geht, an dem die Scheibengewichte von je 25 *g* an beliebiger Stelle angebracht werden können. Der Zeiger *z* dient dazu, bei dem in Fig. 2b angedeuteten Versuche den Arm *a* genau auf die Marke *n* einzustellen. Dieser Apparat nebst Scheiben kostet 37 M.

Der in Fig. 3 abgebildete Apparat hat den Zweck, die Schwungkraftformel $f = 4\pi^2 mr/t^2$ als Ganzes zu bestätigen. An dem gusseisernen Gestell *G* ist bei *n* die Messinghülse *B* festgeschraubt, die die ebenfalls bei *n* befestigte Spiralfeder *S* umhüllt. Das untere Ende von *S* ist an dem Boden einer zweiten, etwas weiteren Hülse *A* befestigt. Von dem Häkchen *h* an dieser Hülse führt eine Schnur *f* über die Rolle *R* zu dem Bügel *b*, der den walzenförmigen, leicht drehbaren und 49 *g* schweren Messingkörper *m* tragt. Dieser Körper wird von den Messingschienen C_1 und C_2 geführt, die ebenso wie die Rolle *R* an der Grundplatte *M* festgeschraubt sind. Der zylindrische Stift *a*, der mit der Spiralfeder *S* und den Hülsen *A* und *B* konachsial ist, dient zum Einsetzen in die Schwungmaschine. Im Zustand der Ruhe zieht die Spiralfeder *S* die Hülse *A* so weit nach oben, dass sie die auf *B* angebrachte rothweisse empirische Skale ganz verdeckt, und der Messingzylinder *m* beim Nullpunkt der kongruenten Skale C_2 steht. Beim Drehen des Apparates wird die Schwungkraft an der Skale *B* und der Drehungshalbmesser an einer von a_1 ausgehenden Zentimeterskale abgelesen. Die Umdrehungszeit wird aus der Zahl der Umläufe des Treibriemens und dem Uebersetzungsverhältniss zwischen Treibriemen und Achsenwelle der Schwungmaschine bestimmt. Preis des Apparates 35 M. Alle diese Vorrichtungen werden von dem Mechaniker J. Antusch in Reichenberg geliefert.

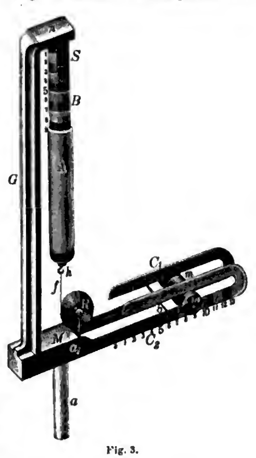


Fig. 3.

H. H.-M.

Ueber die Bestimmung des Wasserwerthes von Thermometern bei kalorimetrischen Untersuchungen.

Von A. Sozziani. *Nuovo Cimento (4) 5. S. 135. 1897.*

Zur Untersuchung diente das französische *verre dur*, aus welchem die Thermometer Tonnelot's verfertigt sind. Die angewandte Methode zur Bestimmung der spezifischen Wärme war die der Mischung, indem das auf die Temperatur des siedenden Wassers erhitzte Probestück in das Wasser eines auf Zimmertemperatur gehaltenen Kalorimeters geworfen wurde. Im Mittel ergab sich die spezifische Wärme des Glases zu 0,2033; das spezifische Gewicht desselben fand der Verfasser gleich 2,517. Durch Multiplikation beider Zahlen $0{,}2033 \times 2{,}517 = 0{,}5117$ erhält man den Wasserwerth der Volumeneinheit des Glases. Den Wasserwerth der Volumeneinheit des Quecksilbers berechnet der Verfasser aus bekannten Daten zu 0,4527. Der Mittelwerth beider Zahlen 0,4822 kann in erster Annäherung als Wasserwerth der Volumeneinheit des Thermometers überhaupt gelten, d. h. um den Wasserwerth des Thermometers zu finden, hat man das ins Kalorimeter eintauchende Volumen mit 0,4822 zu multipliziren. Bei Thermometern aus gewöhnlichem Glase tritt an die Stelle dieser Zahl die andere 0,4689.

Schl.

Ueber mikroskopische Wahrnehmung.

Von G. J. Stoney. *Phil. Mag.* **42.** *S. 332, 423 u. 499. 1896.*

In der obigen Abhandlung werden zunächst die allgemeinen Prinzipien, nach denen sich die Wahrnehmung mit dem blossen Auge oder mit optischen Instrumenten bestimmt, auf Grund der Wellentheorie des Lichts auseinandergesetzt. Die Art der Behandlung dieses Problems hängt nun im Wesentlichen davon ab, wie man sich die gesammte Wellenbewegung in der Nähe des beobachteten Objektes zerlegt denkt. Als besonders vortheilhaft haben sich nun folgende Betrachtungsweisen gezeigt, 1. den Zustand des Aethers zu kugelförmigen Wellen, die von den einzelnen Objektpunkten ausgehen, oder 2. zu gleichförmigen ebenen Wellen zu gruppiren, die sich nach den verschiedenen Richtungen von dem Objekt in seiner ganzer Ausdehnung ausbreiten. Diese Auffassung des Verf. lässt sehr deutlich die theoretische Gleichberechtigung beider Methoden erkennen, von denen die erste als Airy'sche (sonst Helmholtz'sche), die zweite als Abbe'sche bezeichnet wird. Die Anwendung der Airy'schen Methode wird jedoch in vielen Fällen dadurch erschwert, dass das Licht von den Objektpunkten nicht nach allen Richtungen gleichmässig ausstrahlt, Verf. zieht daher die Abbe'sche für seine Untersuchungen vor.

Nachdem er die Möglichkeit der Zerlegung der Lichtbewegung in der Nähe des Objektes in gleichförmige ebene Wellen nachgewiesen hat, geht er auf die Bilderzeugung näher ein. Denkt man sich in einem bestimmten Augenblick die ganze Aetherbewegung plötzlich umgekehrt und das Objekt entfernt, so werden an dessen Stelle die nach rückwärts laufenden ebenen Wellen durch gegenseitige Interferenz eine Lichtvertheilung zu Stande bringen, welche Verfasser das Normalbild (*standard image*) nennt, weil es den Grad der Vollkommenheit darstellt, den ein durch optische Mittel bei Licht dieser Wellenlänge erhaltenes Bild nur nahezu erreichen, aber nicht übertreffen kann. Nachdem der Begriff der Vergrösserung erörtert, zeigt dann Verf., dass das vom Auge oder einem optischen Instrument entworfene Bild niemals das Normalbild oder eine Vergrösserung desselben ist, da immer nur ein Theil der vom Objekt ausgehenden Wellen von dem Auge oder optischen Instrument aufgenommen wird. Man erhält so nur ein unähnliches Ersatzbild (*visual substitute*). In welcher Beziehung dies Ersatzbild zum wirklichen Objekt steht, bezeichnet Verf. als das eigentliche Problem der Wahrnehmung, sei es mit blossem Auge, mit Fernrohr, oder Mikroskop.

Er zeigt dann an dem speziellen Beispiel des Mikroskopobjektivs, wie durch den Umstand, dass die angulare Apertur stets unter 180° bleibt und so die Wellenzüge äusserster Neigung nicht mehr aufgenommen werden und bei der Bilderzeugung fehlen, das Ersatzbild gegenüber dem Normalbild verändert wird, indem z. B. falsche, im Objekt nicht vorhandene Zeichnungen und Färbungen auftreten. Weiterhin wird der Einfluss, den die Beleuchtung des Präparates (Beschaffenheit von Lichtquelle und Kondensor), die Dicke des durch das Präparat hergestellten Schnittes, das Brechungsvermögen der Einbettungsflüssigkeit auf eine ähnliche, treue Abbildung hat, erörtert. Besonders eingehend werden die eigenartigen Verhältnisse bei der Abbildung von trocken liegenden, an das Deckglas angeschmolzenen Präparaten besprochen.

Um die Ergebnisse seiner theoretischen Untersuchungen zu illustriren, theilt Verf. eine Reihe namentlich auch für den praktischen Mikroskopiker sehr lehrreicher Versuche mit, die sich auf Beobachtung verschiedener Diatomeenpräparate mit verschiedenartiger Beleuchtung beziehen. *A. K.*

Mikroskop und Lupe zur Betrachtung grosser Schnitte.

Von E. Nebelthau. *Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie* **13.** *S. 417. 1896.*

Die systematische Durchforschung grösserer mikroskopischer Präparate, die ja namentlich in der Medizin eine so bedeutsame Rolle spielen, ist deshalb meist mit bedeutenden Schwierigkeiten verknüpft, weil sich diese Präparate nur schwer oder garnicht auf dem gewöhnlichen Objekttischchen unterbringen lassen und, wenn dies auch mit Hülfe geeigneter

Vorrichtungen gelingt, doch meist frei mit der Hand unter dem Tubus weg verschoben werden müssen.

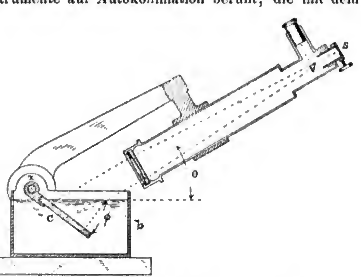
Ein vom Verf. angegebener und von E. Leitz in Wetzlar ausgeführter Apparat beseitigt diese Schwierigkeiten in glücklichster Weise. Hier ist der Tubus auf einer den Objekttisch überbrückenden Schiene angebracht und kann auf derselben mittels einer Schraube von rechts nach links über den ganzen Tisch hinwegbewegt werden. Andererseits lässt sich der Objekttisch selbst, ebenfalls mit Hülfe einer Schraube, unter der Brücke hinweg von vorne nach hinten verschieben. Sowohl auf der Gleitschiene des Tubus wie auf derjenigen des Tisches sind Skalen angebracht, man kann also mittels der beiden senkrecht zu einander gerichteten Bewegungen jeden einzelnen Punkt des Präparates nach Belieben leicht einstellen und wieder auffinden, und andererseits auch das ganze Präparat bequem systematisch durchforschen, ohne Gefahr zu laufen, etwas Wichtiges zu übersehen. Der bewegliche Objekttisch besteht aus einer auf Säulen ruhenden Glasplatte, welche ebenso, wie die Tubusbrücke, auf einem viereckigen Gestell ruht, das in der Mitte ausgeschnitten ist und unter dem Ausschnitte einen mit zwei Knöpfen einstellbaren Beleuchtungsspiegel trägt. Das Instrument leistet namentlich bei der Durchmusterung von Platten- und Schalenkulturen u. s. w. gute Dienste. *Glch.*

Eine neue Form von Flüssigkeitsprismen ohne feste Wände.

Von F. L. O. Wadsworth. *Astrophys. Journ.* **4.** *S. 274. 1896.*

Bekanntlich sind grosse, schlierenfreie Glasprismen schwer zu beschaffen und theuer; ausserdem haben sie auch die für manche Zwecke ungemein störende Eigenschaft, dass sie die ultravioletten und ultrarothen Strahlen stark absorbiren. Man hat deshalb dafür bereits vielfach Flüssigkeitsprismen in Anwendung gebracht, aber auch diese erfordern in der gewöhnlichen Form vorzügliche planparallele Seitenwände aus Glas, deren Absorptionsvermögen die Beobachtungen beeinträchtigt. Diese Nachtheile sind in einfacher Weise bei dem vom Verf. vorgeschlagenen Flüssigkeitsprisma[1]) vermieden, das einfach durch die horizontale Oberfläche einer Flüssigkeit und einen in die letztere getauchten Spiegel gebildet wird.

Die beistehende Figur zeigt ein mit einem derartigen Prisma versehenes Spektroskop, das nach der Art der Littrow'schen Instrumente auf Autokollimation beruht; die mit dem Theilkreise versehene Drehungsachse *x* ist hierbei nicht vertikal, sondern horizontal angeordnet. Der leuchtende Spalt *S* steht im Brennpunkt der Kollimatorlinse, das Licht tritt also parallel aus, wird an der Oberfläche der im Gefäss *b* befindlichen Flüssigkeit gebrochen, trifft senkrecht auf den Spiegel *C* auf, gelangt auf demselben Wege wieder zurück und, nach Reflexion an dem kleinen, total reflektirenden Prisma in das Auge des Beobachters. Die ganze Einrichtung hat also viel Aehnlichkeit mit derjenigen des bekannten Abbe'schen Spektrometers, dessen besondere praktische Nebenapparate zur Messung der Dispersion sich wohl auch hier unschwer anbringen lassen würden.



Bedeutet Θ den Winkel zwischen der Fernrohrachse und der Flüssigkeitsoberfläche, φ den Winkel zwischen der letzteren und der Spiegelebene, n den Brechungsquotient der

[1]) Lord Rayleigh machte übrigens den Verf. nach dem Erscheinen der 'ung darauf aufmerksam, dass die Idee des Flüssigkeitsprismas schon von Brewste *on Optics § 53. S. 455).*

Flüssigkeit, so gilt die Beziehung $\cos \Theta = n \sin \varphi$. Dieser Bedingung kann man in doppelter Weise genügen: Entweder bleibt die Fernrohrachse fest und man dreht den Spiegel um die Achse x, bis der Winkel φ erreicht ist, oder der Spiegel behält eine gegebene Lage und man dreht das Fernrohr um die Achse x. Das erstere Verfahren, das auf eine Aenderung des brechenden Winkels hinausläuft, hat den Vorzug, dass das Auflösungsvermögen für die verschiedenen Wellenlängen nahezu konstant bleibt. Das Instrument soll sich nach Ansicht des Verf. besonders zu astronomischen Spektraluntersuchungen eignen.

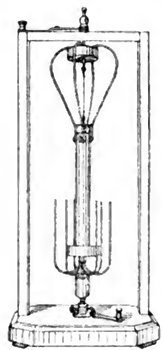
Freilich muss noch besonders darauf hingewiesen werden, dass das Spektroskop natürlich eine völlig erschütterungsfreie Aufstellung erfordert, was unter Umständen besondere Schwierigkeiten verursachen dürfte. Der Verfasser schlägt eine Montirung auf schweren Stein- bezw. Eisenblöcken vor, die auf Gummiplatten ruhen, oder, falls dies nicht genügen sollte, will er das Instrument auf Quecksilber schwimmen lassen. Ob dies auch in Laboratorien in der Nähe verkehrsreicher Strassen hinreichen würde, um auch die kleinsten Vibrationen der Oberfläche zu beseitigen, wird erst die Erfahrung lehren. *Glch.*

Ein elektromagnetischer Rotationsapparat.

Von Walter König. *Wied. Ann.* **60.** *S. 519. 1897.*

W. König hat nach einem von Fleischmann angegebenen Prinzip einen elektromagnetischen Rotationsapparat konstruirt, bei dem die Wirkung des Stromes auf den einen Pol des Magneten aufgehoben ist.

Durch die Mitte des Querbalkens (vgl. die Fig.) eines hölzernen Galgens von 50 *cm* Höhe und 20 *cm* Breite geht ein Messingstift von 10 *cm* Länge, an dem vermittels eines Seidenfadens ein Aluminiumrohr von 20 *cm* Länge hängt. Von dem oberen Ende dieses Rohres gehen vier federnde Bügel nach oben und tauchen in einen Quecksilbernapf, der über den Messingstift geschoben ist. Der Bügel, an dem das Aluminiumrohr aufgehängt ist, trägt unten ein zweites Häkchen, an dem durch einen in der Achse des Rohres verlaufenden Faden das Magnetsystem hängt. Dieses besteht aus sechs 30 *cm* langen Stahlstäben, die U-förmig zusammengebogen sind. Die gleichnamigen Pole sind mit einem dicken Kupferdraht zusammengebunden und befinden sich im Innern der Röhre, während die andern Pole das Rohr kranzförmig umgeben; der Kupferdraht ist achsial weitergeführt und taucht in einen eisernen Quecksilbernapf, der auf dem Fussbrett befestigt ist.



Ausserdem ist über die zusammengebundenen Pole ein Quecksilbernapf geschoben, sodass das Aluminiumrohr in das Quecksilber eintaucht. Es können also Aluminiumrohr und Magnetsystem unabhängig von einander Drehungen ausführen. Der Strom geht von dem oberen Messingstift durch den oberen Quecksilbernapf in die Bügel und das Aluminiumrohr, tritt dann durch den mittleren Napf in den Draht, der das Magnetsystem zusammenhält, und verlässt durch den unteren Napf den Apparat.

Hält man das Aluminiumrohr fest, so dreht sich das Magnetsystem in einem bestimmten Sinne; hält man das Magnetsystem fest, so dreht sich der Aluminiumzylinder in entgegengesetztem Sinne; hält man keines von beiden fest, so dreht sich beides in entgegengesetztem Sinne. Verbindet man schliesslich Magnetsystem und Aluminiumrohr fest mit einander, so bleibt das ganze System in Ruhe. Um noch nachzuweisen, dass auf den im Innern der Röhre befindlichen Pol keine mechanische Kraft ausgeübt wird, stellt König mit Eisenfeilicht, das auf Kartonpapier aufgestreut ist, den Kraftlinienverlauf innerhalb und ausserhalb des Rohres dar. *E. O.*

Neuerungen an Mikrotomen.

Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie **13.** *S. 1, 157 u. 160. 1896.*

Auf *S. 1 a. a. O.* giebt Schaffer eine Darstellung zweier neuen Mikrotome aus der Werkstätte der Gebr. Fromme in Wien. Bei denselben ist für die Schnittbewegung und Dickenstellung die Schlittenführung verlassen und durch Achsenführung ersetzt. Bei dem in Fig. 1 dargestellten einfacheren für Celloïdinpräparate bestimmten Mikrotom steht die mit der Grundplatte verbundene Präparatenklammer fest und das Messer beschreibt in der gleichen Weise, wie bei dem in *dieser Zeitschr.* **15.** *S. 15. 1895* dargestellten Mikrotom derselben Firma, bei der Drehung eines um eine Vertikalachse beweglichen Armes, eine Ebene. Die Einstellung der Schnittdicke erfolgt hier durch allmähliche Senkung des Messers. Zu diesem Behufe ist die solide und massige Gestaltung des Messerträgers, die das erwähnte Mikrotom zeigte, aufgegeben und das Messer am oberen Ende des vertikalen Theiles *V* eines Gelenkparallelogrammes *a b c d* befestigt, welches in *a b* an den achsialen Theil *A* des drehbaren Armes *C* gelenkt ist. Dieser Arm *C* trägt am freien Ende das Muttergewinde für die mit gezahntem Rade und Einschnappvorrichtung versehene Mikrometerschraube *s*, deren kegelförmige Enden sich gegen gehärtete, an den horizontalen Gelenkarmen *h* befestigte Plättchen stützen und daher bei Drehung der Schraube dem Messerträger eine Vertikalbewegung ertheilen. Die Schnittbewegung des Messers und die Fortstellung der Schraube erfolgt mit der Hand. Zum Schneiden in Flüssigkeiten wird die Objektklammer in einem entsprechend geformten Gefäss befestigt und der Messerträger nach oben hin bügelförmig verlängert, sodass der Bügel über die Gefässwand in das Gefäss hinabragt und hier das Messer trägt.

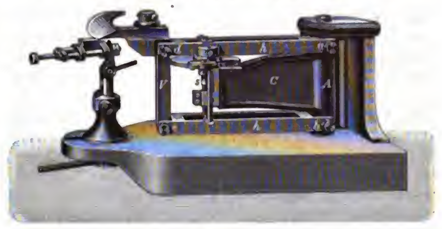


Fig. 1.

Bei dem für Paraffinserienschnitte bestimmten Mikrotom (Fig. 2) sind dieselben Mittel zur Führung und zur Feinbewegung des Objektes gegen das ruhende, am Gestell befestigte Messer verwendet. Hier erfolgt die Bewegung automatisch durch Drehung einer mit Kurbelrad *K* und Exzenter versehenen horizontalen Achse, wobei die Schnittfläche des Objektes *O* in einer Vertikalebene gegen das Messer abwärts bewegt wird, während beim Rückgange das gezahnte Rad *R* der Mikrometerschraube mittels einer Leiste *N* der beabsichtigten nächsten Schnittdicke entsprechend gedreht wird. Die Grösse dieser Drehung wird durch die Stellung von *N* auf einem am Gestell befestigten gebogenen Arm *F* bestimmt. Die allgemeine Anordnung des Instrumentes ist aus Fig. 2 zu ersehen.

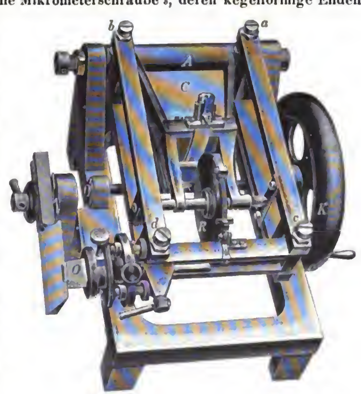


Fig. 2.

Rein konstruktiv erscheint die hier vorliegende Verwendung des Gelenkparallelogrammes an dieser Stelle nicht unbedenklich, da dessen lange Arme durch verhältnissmässig kurze Gelenkachsen verbunden sind. Infolgedessen wird durch ein Kräftepaar, selbst von geringem Moment, das ebene Parallelogramm eine Torsion erleiden. Bei dem in Fig. 1 dargestellten Mikrotom wird durch die Hand das Messer unmittelbar bewegt und der Schneidewiderstand überwunden. Es unterliegt somit keinem Zweifel, dass eine geschickte und geübte Hand mit diesem Mikrotom ebenso tadellos arbeiten kann, wie mit andern guten Mikrotomen. Nichtsdestoweniger zieht Schaffer selbst für das gewöhnliche Arbeiten das alte Modell (*diese Zeitschr.* ***15.*** *S. 15. 1895*) seiner unerreichten Einfachheit wegen vor. Bei dem in Fig. 2 dargestellten Mikrotom greift die bewegende Kraft in der vertikalen Mittelebene zwischen den Gelenkachsen *a* und *b*, der Schneidewiderstand an dem von dieser Ebene ziemlich weit entfernten Objekt *O* an. Hier kann das Torsionsmoment erheblich werden. Da *a. a. O.* von störenden Torsionen nichts erwähnt wird, darf man dies einer besonders sorgfältigen Ausführung und Justirung zuschreiben, vorausgesetzt, dass eine eingehende Erprobung dieses Instrumentes stattgefunden hat und dabei Störungen der gedachten Art nicht aufgetreten sind.

Auf *S. 157 a. a. O.* wird von Nowak eine Einrichtung zur gröberen Höheneinstellung des Objektes an Mikrotomen, bei denen die Mikrometerschraube einen Objektschlitten hebt, beschrieben. Dieselbe besteht in der Verwendung eines mit grobem Gewinde und Mutter versehenen zylindrischen Stiftes, welcher in eine zentrale Bohrung der Mikrometerschraube eingesetzt ist und in dieser durch die Mutter verschoben wird.

Für Handmikrotome, bei denen auf zwei ebenen Führungsleisten ein flaches Messer von Hand geführt wird, zwischen denen das Objekt nach der Höhe verstellbar gelagert ist, beschreibt Kornauth *ebenda* auf *S. 160* einen Schnittstrecker für Paraffinschnitte, der lediglich in einem nahe der oberen Messerfläche und parallel zur Schneide angeordneten Drahtbügel besteht. Derselbe lässt sich in einer der angegebenen Ausführungsformen durch Drehung um eine Achse von der Messerfläche entfernen, und sein Abstand von der letzteren während des Schneidens ist mittels einer Schraube regulirbar. *P.*

Neu erschienene Bücher.

J. Tyndall, Der Schall. Nach der 6. engl. Auflage des Originals bearb. von A. v. Helmholtz u. Cl. Wiedemann. 3. Aufl. gr. 8°. XXII, 548 S. m. 204 Holzst. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn. 10,00 M.; geb. 11,50 M.

O. Fulst, Nautische Tafeln. Mit 1 Schalttaf. als Beilage. 8°. IV, 154 u. 4 S. Bremen, M. Heinsius Nachf. Geb. in Leinw. m. Ldr.-Rücken 3,50 M.; Schalttafel einzeln 0,30 M.

E. Matthies, Nautische Tafeln f. Nord- u. Ostsee. gr. 8°. VIII, 72 S. Emden, W. Haynel. Geb. in Leinw. 2,50 M.

H. Ebert, Magnetische Kraftfelder. Die Erscheinungen des Magnetismus, Elektromagnetismus u. der Induktion, dargestellt auf Grund des Kraftlinien-Begriffes. 2. Thl. Mit 47 Abbildgn. im Text u. auf 1 Taf. gr. 8°. XVIII u. S. 225 bis 499. Leipzig, J. A. Barth. 10,00 M.; komplet 18,00 M.; in 1 Leinw.-Bd. 19,00 M.

A. Kerber, Beiträge zur Dioptrik. 3. Heft. gr. 8°. 16 S. Leipzig, G. Fock in Komm. 0,50 M.

G. Müller, Die Photometrie der Gestirne. gr. 8°. X, 556 S. m. 81 Fig. Leipzig, W. Engelmann. 20,00 M.; geb. 22,50 M.

J. Scheiner, Die Photographie der Gestirne. Mit 1 Taf. in Heliograv. u. 52 Fig. im Text. gr. 8°. V, 382 S. Nebst e. Atlas v. 11 Taf. in Heliograv. m. textl. Erläutergn. (in Mappe). 4°. 6 S. Leipzig, W. Engelmann. 21,00 M.; Text geb. 23,50.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. – Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktionskuratorium:

Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender, Prof. Dr. **A. Westphal**, geschäftsführendes Mitglied,
Prof. Dr. **E. Abbe**, Dr. **H. Krüss**.

Redaktion: Dr. **St. Lindeck** in Charlottenburg-Berlin.

XVII. Jahrgang. **September 1897.** Neuntes Heft.

Ueber Schott'sche Kompensationsthermometer.

Von
Dr. **Wilhelm Hoffmann** in Jena.

Durch Einführung bestimmter Gläser in die Fabrikation von Thermometern ist es gelungen, die thermische Nachwirkung, welche nach vorheriger Erwärmung auf 100° bei dem gewöhnlichen Thüringer Glase 0,38° bis 0,66° beträgt, auf 0,05° herunter zu drücken. Dieser Erfolg wurde dadurch erzielt, dass man nur eins der beiden Alkalien Natron und Kali in ein Glas aufnahm, während die älteren Gläser beide Bestandtheile enthielten. Die erwähnte Nachwirkung von 0,05° zeigt das Jenaer Normalglas, welches folgende Zusammensetzung hat: 67,5% Kieselsäure, 14% Natron, 7% Zinkoxyd, 7% Kalk, 2,5% Thonerde, 2% Borsäure. Noch geringer ist die Nachwirkung bei dem Borosilikatglase 59^{III}, welches zu den hochgradigen Thermometern (bis über 500° brauchbar) benutzt wird und aus 11% Natron, 5% Aluminiumoxyd, 12% Borsäure, 72% Kieselsäure besteht. Bei diesem Glase beträgt die Depression nach Erwärmung auf 100° nach Untersuchungen von Wiebe nur 0,02°.

Um die thermische Nachwirkung, namentlich auch für höhere Temperaturen, möglichst zu beseitigen, hat Herr Dr. Schott Thermometer herstellen lassen, bei welchen in einem Thermometergefässe aus einem Glase von relativ geringer Nachwirkung ein gewisses Volumen eines anderen Glases von hoher thermischer Nachwirkung angebracht wird. Es folgt hierdurch die Möglichkeit, eine Kompensation der thermischen Nachwirkungen beider Gläser zu bewirken, und es ergiebt sich die Aufgabe, das Verhältniss der Volumina zu suchen, bei welchem eine möglichst vollständige Kompensation der Nachwirkung stattfindet. Würde das kompensirende Glas lose im Quecksilber schwimmen, so würden, wenn dasselbe sich an die Glaswand anlegt, scharfe Winkel entstehen, und es würden sich in Folge der Kapillardepression des Quecksilbers Hohlräume bilden. Es müssen also die beiden Gläser durch Verschmelzen fest verbunden werden können, beide Gläser müssen also denselben Ausdehnungskoëffizienten haben. Nach vorausgegangenen früheren Untersuchungen über die Ausdehnung von Gläsern hatte es keine Schwierigkeit, dieser Forderung zu genügen. Als äusseres Glas von geringer Nachwirkung benutzte man das bekannte Jenaer Normal-Thermometerglas 16^{III}; als inneres Glas von hoher Nachwirkung wurde das gleichzeitig kali- und natronhaltige Glas 335^{III} mit folgender Zusammensetzung erschmolzen:

K_2O	Na_2O	MgO	B_2O_3	Al_2O_3	Mn_2O_3	As_2O_3	SiO_2
9,0	8,5	5,0	7,0	3,0	0,1	0,3	67,1

Der kubische Ausdehnungskoëffizient beider Gläser zwischen 0° und 100° beträgt sehr nahe 0,0000240.

In nebenstehender Fig. 1 ist die Form eines Thermometergefässes wiedergegeben, wie sie für die hier behandelten Thermometer angewendet worden ist. Die Anbringung des inneren Stiftes und die Einhaltung des Verhältnisses der Volumina bietet dem Glasbläser vor der Lampe keine Schwierigkeiten. Zu beachten bleibt nur, dass an der Verschmelzungsstelle der beiden Gläser keine scharfen Winkel entstehen, sondern Abrundung vorhanden ist, damit nicht durch die Kapillardepression des Quecksilbers Hohlräume auftreten. Eine Form an der Verschmelzungsstelle, wie sie in Fig. 2 bei *a* dargestellt ist, müsste unbedingt vermieden werden.

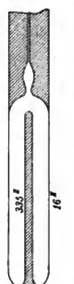


Fig. 1.

Fig. 2.

I. Die untersuchten Thermometer.

Die mir von Herrn Dr. Schott zur Verfügung gestellten Thermometer, verfertigt von Herrn E. Koch in Ilmenau, sind 24 bis 27 *cm* lang und mit Millimetertheilung versehen. Ein Grad hat ungefähr 1 *cm* Länge. Es beträgt für

Nr.	59	64	66	62	71	73	67	61	65	68
1 *mm*	0,13°	0,12°	0,12°	0,13°	0,12°	0,12°	0,10°	0,10°	0,11°	0,10°.

Damit die Thermometer trotz ihrer Kürze stark erhitzt werden können, hat jedes oben eine beträchtliche Erweiterung, welche luftleer gelassen ist, damit keine Dilatationen durch Druck eintreten. Nr. 59 ist ein Einschlussthermometer aus dem Glase 335^{III}, die übrigen Thermometer sind Stabthermometer aus Normalglas, bei denen in das Gefäss ein Glasstift oder ein Glasröhrchen aus Glas 335^{III} eingeschmolzen ist. Das Verhältniss des eingeschmolzenen Glaskörpers zu dem mit Quecksilber gefüllten Theile des Gefässes beträgt $^1/_6$, $^1/_8$ oder $^1/_{10}$. Die Thermometer sind durch mehrtägiges Erhitzen über 300° alt gemacht. Die Beobachtung der Kompensationsthermometer fand in folgender Weise statt. Es wurde der Nullpunkt bestimmt; darauf wurde das Thermometer auf etwa 280° bis 300° erhitzt. Dann nahm man baldigst wieder eine Nullpunktsbestimmung vor, die an demselben und dem darauf folgenden Tage wiederholt wurde. Die Ablesungen geschahen mit dem Kathetometer, die Zehntel wurden geschätzt und mittels Okularmikrometer noch kontrolirt.

Da die benutzten Thermometer ziemlich kurz sind und sich über dem Quecksilberfaden Vakuum befindet, so findet bei der Erwärmung auf 300° Destillation von Quecksilber aus dem Gefässe in die obere Erweiterung statt. In Folge dessen musste nach jeder Erhitzung das Quecksilber wieder zurückgeschafft werden, etwaige Gasblasen mussten durch Aufstossen der Thermometer nach oben und schliesslich in die obere Erweiterung geschafft werden. Es dürfte hierbei wohl möglich sein, dass eine kleine Stelle im Gefässe von Quecksilber frei bleibt, welche vorher mit Quecksilber erfüllt war, und umgekehrt. Hierdurch dürften sich die in der Tabelle A zeigenden grösseren Unterschiede der unter einander stehenden Werthe von t_1, t_2, t_3 erklären, welche den Quecksilberstand vor und nach dem Erhitzen angeben. Dieses Destilliren des Quecksilbers dürfte sich wohl verhindern lassen, wenn man die Thermometer hinreichend lang machen lässt. Die oben befindlichen Erweiterungen gehen in ein Stück Kapillare über; hierdurch wird das Zurückschaffen des Quecksilbers erschwert. Es muss daher bei Herstellung von Thermometern, wie die benutzten, darauf geachtet werden, dass dies obere Stück Kapillare verschmolzen wird. Die Untersuchung wurde ferner erschwert dadurch, dass die Kapillaren der Stabthermometer

ziemlich stark sind. Wegen der Parallaxenfehler hatte daher die Vertikalstellung mit grosser Sorgfalt zu erfolgen.

II. Beobachtungen.

In der folgenden Tabelle befinden sich die Angaben der Nullpunkte kurz nach dem Erhitzen, nach einem Tage und nach mehreren Tagen. Es sind zu vergleichen die Zahlen derselben horizontalen Zeile, nicht die unter einander stehenden Zahlen. Die angegebenen Grade sind sämmtlich positiv.

Tabelle A.

Datum	Nr.	$\frac{v}{V}$	Erwärmung in Graden	Dauer der Erwärmung in Minuten	Eispunkte, nach Ablauf verschiedener Zeiträume nach der Erwärmung						$t_1 - t_3$
					Eispunkt		Eispunkt		Eispunkt		
					nach Min.	in Graden t_1	nach Tagen	in Graden t_2	nach Tagen	in Graden t_3	
1897. 14. April	64	$\frac{1}{6}$	284 bis 324	32	46	1,68	1	1,68	18	1,66	0,02
„ 2. Mai			289 „ 303,5	31	17	1,68	1	1,68	21	1,67	0,01
„ 23. Mai			273 „ 286	33	24	1,73	1	1,73	7	1,72	0,01
„ 30. Mai			315 „ 323	31	15	1,61	1	1,61	14	1,60	0,01
„ 9. Mai	66	$\frac{1}{6}$	289 „ 307	35	19	5,40	1	5,36	7	5,35	0,05
„ 16. Mai			289 „ 303,5	33	19	5,40	1	5,40	11	5,40	0
„ 27. Mai			296 „ 310,5	34	16	5,40	1	5,38 od. 5,40	17	5,38	0,02
„ 14. April	62	$\frac{1}{8}$	282 „ 324,5	32	51	6,33	1	6,34	18	6,33	0
„ 2. Mai			287,5 „ 302	32	24	6,37	1	6,37	25	6,37	0
„ 27. Mai			241,5 „ 267	33	22	6,45	1	6,45	17	6,43	0,02
„ 9. Mai	71	$\frac{1}{8}$	287 „ 305	32	20	11,16	1	11,14	7	11,14	0,02
„ 16. Mai			301 „ 305	32	23	11,16	1	11,16	11	11,16	0
„ 27. Mai			293 „ 307,5	31	19	11,16	1	11,16	18	11,16	0
„ 9. Mai	73	$\frac{1}{8}$	289 „ 306	30	29	11,30	1	11,30	7	11,30	0
„ 16. Mai			293 „ 305	31	21	11,34	1	11,33	11	11,32	0,02
„ 27. Mai			292 „ 313	31	17	11,35	1	11,32	18	11,33	0,02
„ 9. Mai	67	$\frac{1}{10}$	286 „ 305,5	33	22	6,64	1	6,62	7	6,61	0,03
„ 16. Mai			297 „ 305,5	31	22	6,54	1	6,54	7	6,54	0
„ 23. Mai			276 „ 288	33	21	6,60	1	6,60	7	6,60 od. 6,59	0 od. 0,01
„ 30. Mai			311 „ 324	34	17	6,52	1	6,51	15	6,51	0,01
„ 14. April	61	$\frac{1}{10}$	259 „ 321,5	34	50	2,04	1	2,03	11	2,03	0,01
									18	2,03	
„ 14. April	65	$\frac{1}{10}$	294 „ 325	31	57	2,87	1	2,88	18	2,87	0
„ 2. Mai			285 „ 301	32	25	2,90	1	2,90	25	2,90	0
„ 27. Mai			239 „ 303,5	30	16	2,92	1	2,92	17	2,90	0,02
„ 16. Mai	68	$\frac{1}{10}$	294 „ 306	34	27	9,72	1	9,72	7	9,72	0
„ 23. Mai			284 „ 285,5	30	18	9,80	1	9,79	7	9,79 od. 9,80	0,01 od. 0
„ 30. Mai			309 „ 324	31	19	9,67	1	9,67	15	$9{,}66_5$	$0{,}00_5$

Aus der vorstehenden Tabelle ergiebt sich, dass man die vielfach auftretenden grösseren Unterschiede des Standes des Thermometers vor und nach der Erwärmung (die unter einander stehenden Werthe von t_1, t_2, t_3), wie schon erwähnt, wird zurückführen müssen auf die Manipulationen, die nöthig sind, um das in die obere Erweite-

rung destillirte Quecksilber zurückzuschaffen. Dagegen lassen sich wohl vergleichen die Eispunktsbestimmungen, welche zwischen zwei Erwärmungen liegen (in der Tabelle die in einer horizontalen Zeile befindlichen Nullpunkte). Man sieht, dass die Aenderungen $t_1 - t_3$ entweder Null sind oder nur wenige Hundertstel Grade betragen. Bei Nr. 64 findet ein allmähliches Sinken statt von 0,02°; 0,01°; 0,01°; 0,01°, bei Nr. 66 0,05°; 0°; 0,02°. Von den Thermometern, wo $v/V = 1/8$, zeigt Nr. 62 zweimal keine Aenderung, einmal ein Sinken von 0,02°, ebenso verhält sich Nr. 71. Bei den Thermometern, wo $v/V = 1/10$, zeigt sich der Stand des Quecksilbers unverändert oder fast unverändert. Es scheinen die Verhältnisse $1/8$ und $1/10$ günstiger zu sein, als $1/6$. Für die an Thermometer zu stellenden Anforderungen kann man wohl die erreichte Kompensation der thermischen Nachwirkungen als genügend ansehen.

III. Beziehung zwischen der Aenderung des Nullpunktes und den thermischen Nachwirkungen beider Gläser.

Wir bezeichnen das Volumen des Glasstiftes mit v, das Volumen des vom Quecksilber erfüllten Theiles des Gefässes mit V. Für die untersuchten Thermometer ist $v/V = 1/6$, $1/8$ oder $1/10$. Die nach Erwärmung des Thermometers durch Erweiterung des Gefässes $(V+v)$ entstehende Aenderung (Depression) des Nullpunktes betrage $(-y^0)$, die Aenderung (Anstieg) des Nullpunktes durch das Grösserwerden des Glasstiftes betrage z^0. Dann ist die resultirende Aenderung $x = -y + z$.

Durch die thermische Nachwirkung wachse $V+v$ um $(V+v)\tau$ und v um $v\tau'$; dann ist, wenn ein Grad das Volumen C hat

$$\frac{Cz}{Cy} = \frac{v\tau'}{(V+v)\tau}.$$

Wir setzen den Quotienten der thermischen Nachwirkungen $\tau'/\tau = n$, dann ist

$$\frac{y+x}{y} = n\frac{v}{V+v},$$

$$x = -y\frac{V+v-nv}{V+v}.$$

Dasselbe Thermometer mit dem Gefässe $V+v$ ohne Glasstift habe die Volumzunahme $C_1 a$, wo C_1 das Volumen eines Grades, a die Anzahl der Grade ist. Dann ist

$$Cy = C_1 a$$

$$y = a\frac{C_1}{C} = a\frac{V+v}{V}.$$

Dann wird $x = -a[1-(n-1)v/V]$.

Für Normalglas beträgt nach einer Erwärmung auf 100° die Depression a 0,05°. Die Beziehung zwischen der resultirenden Aenderung x und dem Quotienten der thermischen Nachwirkungen beider Gläser n ergiebt sich für die in Betracht kommenden Volumverhältnisse nach folgender Tabelle.

Tabelle B.

n	$x\left(\text{wenn } \frac{v}{V} = \frac{1}{6}\right)$	$x\left(\text{wenn } \frac{v}{V} = \frac{1}{8}\right)$	$x\left(\text{wenn } \frac{v}{V} = \frac{1}{10}\right)$
9	+ 0,017	0	− 0,010
10	+ 0,025	+ 0,006	− 0,005
11	+ 0,033	+ 0,013	0
12	+ 0,042	+ 0,019	+ 0,005
13	+ 0,050	+ 0,025	+ 0,010

Das Einschlussthermometer Nr. 59, welches aus dem Glase 335^{III} besteht, zeigt, wenn es ungefähr $^1/_2$ Stunde in kochendem Wasser gewesen ist, eine Depression von 0,22° bis 0,23°, der Quotient der thermischen Nachwirkungen von Glas 335^{III} und Normalglas würde also gleich $n = 0,22/0,05$, somit der Werth von n zwischen 4 und 5 liegen. Diese Zahl ist, wie man aus der Vergleichung der Resultate der Tabelle B mit den beobachteten Nullpunktsänderungen der Tabelle A sieht, zu klein. Nach Tabelle B müsste für die in Tabelle A angegebenen, beobachteten Nullpunktsänderungen die thermische Nachwirkung von Glas 335^{III} im Verhältniss zu der des Normalglases mindestens das 11-fache betragen. Es bedarf diese Frage noch einer näheren Untersuchung und ist zu diesem Zwecke vorzuschlagen, einige Thermometer aus Glas 335^{III} und einige Thermometer aus Normalglas von im Uebrigen gleicher Beschaffenheit in Bezug auf ihre thermische Nachwirkung zu vergleichen. Das untersuchte Thermometer Nr. 59 ist übrigens defekt, die Glashülle ist mehrere Zentimeter oberhalb des Gefässes abgesprungen, und durch in Brand gerathenes Glyzerin ist der obere Theil ganz verbogen. Die Ablesungen dieses Thermometers sind zum Theil mit blossem Auge erfolgt.

IV. Resultate der Untersuchung.

Es scheint die Möglichkeit vorhanden zu sein, durch Herstellung der Thermometergefässe aus Gläsern verschiedener thermischer Nachwirkung Thermometer ohne thermische Nachwirkung zu erhalten.

Besteht das Gefäss aus Normalglas, der eingeschmolzene Glaskörper aus dem Jenaer Glas 335^{III}[1]), so scheint der Werth $^1/_8$ bis $^1/_{10}$ für das Verhältniss von eingeschmolzenem Glaskörper zu dem übrigen Volumen des Gefässes nahezu richtig zu sein. (Bei Wiederholung der Versuche ist zu empfehlen, die Verhältnisse $^1/_8$, $^1/_{10}$, $^1/_{12}$ zu wählen[2])).

Es scheint in diesem Falle nach Erwärmung auf etwa 300° ein Anstieg von höchstens 0,02° stattzufinden.

Da die Angaben der Thermometer, nach etwa 20 Minuten und nach 2 bis 3 Wochen abgelesen, nur um den angegebenen Betrag im Maximum verschieden sind, so ist damit eine nahe Uebereinstimmung des relativen Ganges der Nachwirkung der beiden Gläser erwiesen.

Da die thermische Nachwirkung des Glases 335^{III} äusserst langsam schwindet, so ist es für sehr genaue Messungen hoher Temperaturen angebracht, an demselben Tage nach Gebrauch des Thermometers eine Nullpunktsbestimmung zu machen.

Ein neuer Arretirungsmechanismus für Präzisionswaagen.

Von
Dr. S. De Lannoy.

Der Zweck, welchen ich mit der Konstruktion der neuen Arretirungsvorrichtung verfolgte, besteht in der Vervollkommnung der Präzisionswaagen hinsichtlich ihrer Stabilität, d. h. hinsichtlich der Unveränderlichkeit der Gleichgewichtslage.

---

[1]) Das Glas 335^{III} hält das Glaswerk zu Jena für die Thermometrie zur Verfügung.

[2]) Aus Tabelle B (sowie aus der Formel, die der Tabelle B zu Grunde liegt) sieht man, dass für ein bestimmtes n die Werthe von x bei kleiner werdendem v/V um immer kleinere Beträge verschieden sind. Es folgt also, dass man den angeschmolzenen Glasstift eher etwas zu klein als zu gross machen soll.

Es ist nicht nöthig, die Wichtigkeit dieses Umstandes noch besonders zu betonen, denn alle diejenigen, welche Präzisionswägungen ausgeführt haben, wissen, dass die erste, gleichzeitig aber auch die am schwersten zu erfüllende Anforderung an eine Waage die Unveränderlichkeit ihrer Gleichgewichtslage ist; die einer gegebenen Belastung entsprechende Gleichgewichtslage muss auf alle Fälle konstant bleiben, wie oft man auch die Waage arretirt oder wieder in Schwingungen versetzt.

Der Grund für die Veränderungen, die man gewöhnlich beobachtet, liegt fast immer in dem Arretirungsmechanismus. Denn Veränderungen des Waagebalkens selbst können, eine gute Konstruktion desselben vorausgesetzt, nur von der ungleichen Ausdehnung der beiden Arme herrühren.

Bei fast allen gebräuchlichen Systemen von Präzisionswaagen mit dreifacher Arretirung (d. h. mit gleichzeitiger Arretirung des Waagebalkens, der Endpfannen und der Schalen) geschieht dieselbe in der Art, dass man die Mittelschneide des Waagebalkens ein wenig aus ihrer Pfanne und die Endpfannen von ihren Schneiden abhebt. Wird alsdann die Waage wieder in Schwingungen versetzt, so liegen zwar die Pfannen aufs Neue auf den Schneiden auf, aber die Berührungspunkte zwischen Schneiden und Pfannen können sich dabei ändern und dies kann eine erhebliche Aenderung in den Angaben der Waage herbeiführen. Dieser letztere Fall muss stets dann eintreten, wenn man nach Abhebung des zu wägenden Körpers von den Schalen an seine Stelle Gewichte setzt (Gauss'sche oder Borda'sche Methode der Wägung). Denn da hierbei die Schwerpunkte der Last und der Gewichte möglicherweise nicht genau in die gleiche Lage in Bezug auf die Aufhängungsachse gelangen, so ändert die Pfanne vor ihrem Aufsetzen auf die Schneide ihre Neigung, ein Umstand, welcher nothwendigerweise Aenderungen der Auflagepunkte herbeiführt.

Es giebt nur ein Mittel, die Unveränderlichkeit der Berührungspunkte praktisch zu verwirklichen; dasselbe besteht darin, überhaupt niemals die Pfannen von den Schneiden abzuheben (beiläufig gesagt, kann man oft beobachten, dass eine einfache chemische Waage einer Präzisionswaage hinsichtlich der Stabilität der Ruhelage überlegen ist). Man befürchtet im Allgemeinen, dass, wenn man die Pfannen und Schneiden dauernd in Berührung lässt, dann eine sehr schnelle Abnutzung der letzteren eintritt; dies ist aber durchaus nicht der Fall. Ich habe lange Zeit mit Waagen gearbeitet, welche diese Anordnung hatten, und habe stets beobachtet, dass sie ihre Zuverlässigkeit ebensolange bewahrten, wie solche Waagen, bei denen die Berührung zwischen Schneiden und Pfannen für die Zeit der Ruhe aufgehoben wurde. Wenn die auf der Schneide ruhende Pfanne nicht mehr belastet ist und nicht schwingt, giebt es keine Abnutzung mehr; die Schneide wird sogar durch die dauernde Berührung weniger ungünstig beeinflusst, als durch den Stoss, welchen sie erhält, wenn man beim Loslassen der Waage die Pfannen auf die Schneide fallen lässt[1]).

Das zu lösende Problem scheint mir demnach darin zu bestehen, eine dauernde Auflagerung der Pfannen auf den Schneiden zuzulassen, indem man die *seitlichen Reibungen* verhindert, welche z. B. bei den Gehängen der einfachen chemischen Waagen vorkommen, und indem man vermeidet, dass die Last auf den Schalen und die Schwingungen der letzteren auf die Schneiden wirken, wenn die Waage nicht mehr benutzt wird.

Ich habe dieses Problem für zwei Arten von Waagen zu lösen versucht, sowohl für die kurzarmige Analysenwaage als auch für Präzisionswaagen ersten Ranges.

[1]) Vgl. Thiesen, *Études sur la balance. Trav. et Mém. du Bur. intern. des Poids et Mesures 5. S. 8. 1886.*

Für die Einrichtung bei einer Waage des ersten Typus, welche vorzüglich arbeitet, möchte ich hier die Beschreibung liefern; gleichzeitig liess ich auch eine Waage der zweiten Art ausführen; falls die Versuchsresultate günstige sind, werde ich hierüber später ebenfalls eine Mittheilung folgen lassen.

Als Arretirungssystem wählte ich für die Laboratoriumswaage ein System mit Kreisbewegung, weil dieses am besten die Arretirungen der verschiedenen Theile in ihrer logischen Reihenfolge auszuführen gestattet (es genügt, den verschiedenen Hebeln passend gewählte Rotationszentren zu geben), und weil dieses System ferner alle Bewegungen mit einer Viertelumdrehung des Exzenters zu vollenden erlaubt, eine Manipulation, die sehr schnell erfolgen kann (für die vertikale Arretirung bedarf es einer halben Umdrehung).

Nach meiner Ansicht müssen die verschiedenen Theile in folgender Reihenfolge arretirt werden:

Beim Arretiren der Waage

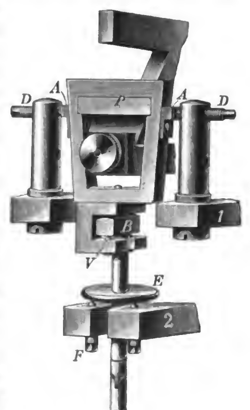
1. der Waagebalken, 2. die Endpfannen, 3. die Schalen.

Beim Loslassen der Waage

1. die Schalen, 2. die Endpfannen, 3. der Waagebalken.

Bei der Arretirung mit vertikaler Bewegung, wie sie meist im Gebrauch ist (wohlverstanden, wenn nur ein Exzenter zur Verfügung steht), erfolgen die Arretirungen 1 und 2 immer in umgekehrtem Sinne.

Bei der von mir gewählten Kreisarretirung erfolgen die Arretirungen 1 und 2 gleichzeitig, da ich die Pfannen von den Schneiden nicht mehr abhebe; ich habe indessen eine neue Art der Arretirung angewandt, die ich *Bügelarretirung* („*arrêt des étriers*") nennen möchte; sie erfolgt räumlich zwischen der Arretirung der Endpfannen und derjenigen der Schalen. Eine derart eingerichtete Waage hat also eigentlich vier Arretirungen.



Die Bügelarretirung hat den Zweck, die Endpfannen (und folglich auch die Schneiden) von den auf den Schalen liegenden Gewichten zu entlasten und zu verhindern, dass die Oszillationen der Schalen, welche durch das Manipuliren mit den Gewichten oder den zu wägenden Körpern entstehen, sich bis zu den Schneiden fortpflanzen. Die Pfanne *B* (vgl. die Figur), an welcher der Schalenbügel mittels eines Stiftes direkt befestigt ist, liegt auf zwei Spitzenschrauben *V* auf, deren Verbindungslinie senkrecht zu den Schneiden des Waagebalkens gerichtet ist; Pfanne *B* kann ein wenig angehoben werden. Der mit *B* fest verbundene Stift trägt in *E* eine ebenfalls starr an ihm befestigte Scheibe; sie ruht auf drei Schrauben *F*, die auf dem einen Arm der Arretirung 2 aufsitzen. Im Ruhezustand wird die Scheibe *E* und damit auch die Pfanne *B* durch diese Arretirung 2 etwas angehoben, sodass also die Last die Schneiden des Waagebalkens nicht mehr beeinflussen kann.

Um eine unveränderliche Lage der Pfanne *P* zu sichern, wird sie im Ruhezustand durch zwei sehr spitze Schrauben *D* gefasst, die in die Kerben *A* eingreifen;

letztere sind seitlich an dem die Pfanne P haltenden Stück befestigt. Ein Anheben von P findet beim Eingreifen der Schrauben D nicht statt.

Diese Kerben sind als Kreisbögen mit einem Radius gleich der halben Länge des Waagebalkens geschnitten, sodass bei jeder beliebigen Neigung des Waagebalkens in dem Augenblick, wo die Spitzen des Arretirungsmechanismus in die Kerben eingreifen, die relative Lage der Spitzen und der Kerben die gleiche ist. Bekanntlich ist dies bei der Arretirung mit vertikaler Bewegung nicht der Fall.

Die Konstruktionstheile, welche die einzelnen Arretirungen, nämlich 1. die der Schrauben D und des Waagebalkens selbst, 2. diejenige der Schrauben F und 3. die Schalen-Arretirung, bethätigen, drehen sich um derart angeordnete Achsen, dass die verschiedenen Hebelarme sehr ungleiche Wege beschreiben. Auf diese Weise werden, wie oben erwähnt, die einzelnen Theile in der folgenden Reihenfolge arretirt: 1. der Waagebalken und die Endpfannen, 2. die Bügel und 3. die Schalen. Natürlich wird die unter 1. angeführte Arretirung mittels einer Welle vorgenommen, die in der Verlängerung der Mittelschneide angeordnet ist.

Bei Verwendung einer gut gearbeiteten Einrichtung der eben beschriebenen Art treten, wenn die Schneiden im Waagebalken fest eingesetzt sind, Aenderungen in der Gleichgewichtslage nicht mehr auf, wie ich durch Versuche an verschiedenen Modellen habe nachweisen können. Die Bewegung aller einzelnen Arretirungen geht sehr rasch vor sich und erfordert nur eine viertel Umdrehung des Exzenters. Im Hinblick auf die guten Resultate sind die Kosten der beschriebenen Konstruktion nur geringe.

Brüssel, im Juni 1897.

Beiträge zur photographischen Optik.

Von
Prof. Dr. **O. Lummer** in Charlottenburg.

(Schluss von S. 239.)

Doppelobjektive mit zwei identischen, zur Blendenmitte symmetrischen Gliedern.

Allgemeine Eigenschaften der Doppelobjektive.

Zu der Zeit, als ausser dem gewöhnlichen, achromatischen zweilinsigen Landschaftsobjektiv und dem Voigtländer-Petzval'schen Porträtobjektiv kein System existirte, welches bei relativ grosser Lichtstärke ausgedehnte Bilder *verzerrungsfrei* und *scharf* lieferte, wurde die photographische Optik durch den zum Typus der Doppelobjektive gehörigen *Aplanat* von A. Steinheil bereichert, welcher jenem Mangel mit einem Schlage ein Ende bereitete.

Wohl waren schon vor dem Aplanaten *symmetrische* Systeme konstruirt worden, welche dank ihrer symmetrischen Anordnung zur Blendenmitte verzerrungsfreie Bilder lieferten. Aber diesen Systemen fehlte die nöthige Lichtstärke, welche dem Aplanat von Steinheil eigen war. Gerade dem letzteren Umstande verdankte der Aplanat und damit der Typus der Doppelobjektive seine schnell erworbene Beliebtheit und Verbreitung. Ehe wir auf die verschiedenen Arten der Doppelobjektive eingehen, wollen wir kurz die Vorzüge schildern, welche *allen* symmetrisch zur Blendenmitte angeordneten Systemen zukommen und welche lediglich die Folge dieser Anordnung, im Uebrigen *unabhängig von der Beschaffenheit des Einzelgliedes* sind.

Dazu betrachten wir die Abbildung eines in der Entfernung der doppelten Brennweite befindlichen Objektes, dessen Bild bekanntlich ebenfalls in doppelter Brennweite entsteht und mit dem Objekte gleiche Grösse besitzt. Bei Benutzung eines Doppelobjektivs sind diesem Bilde auch bei Anwendung nur einer einfachen Linse als Glied des Doppelobjektivs drei Vorzüge eigen:

1. Es ist frei von Verzerrung und dem Objekte vollkommen ähnlich;

2. Es hat die gleiche Grösse für verschiedene Farben, ist also frei von verschiedenfarbiger Vergrösserungsdifferenz;

3. Es ist frei vom *Koma*-Fehler d. h. der einseitige Rest der sphärischen Aberration der schiefen Strahlenbüschel ist beseitigt.

Den Vorzug der Orthoskopie symmetrischer Doppelobjektive haben wir in den beiden ersten Theilen dieses Aufsatzes ausführlich erörtert. In Bezug auf die Beseitigung des Komafehlers lässt sich zeigen, dass jedes Doppelobjektiv die im Meridianschnitt verlaufenden schiefen Büschel mit derselben Genauigkeit und Schärfe vereinigt wie das achsiale Büschel[1]).

Dabei ist aber nicht gesagt, dass nun auch die anderen Strahlen des schiefen Büschels sich in demselben Punkte treffen, in welchem die meridionalen vereinigt werden. Vielmehr bleibt die astigmatische Differenz der schiefen Büschel trotz der symmetrischen Anordnung der beiden Glieder bestehen, gerade wie ein durch ein Prisma gesehener leuchtender Punkt, durch ein zweites umgekehrtes Prisma betrachtet, nicht als Punkt erscheint. Ein symmetrisches Doppelobjektiv wird demnach im Allgemeinen mit *reinem* Astigmatismus *ohne Koma* behaftet sein, wenigstens in Bezug auf die zweiten Hauptebenen, für welche die Vergrösserung minus Eins ist.

Betrachtet man die zwischen den Brennlinien auftretenden kleinsten, hier *kreisförmigen* Querschnitte als die zu den Objektpunkten konjugirten Bilder, so liegen diese im Allgemeinen auf einer gewölbten Fläche. Hängt von der Konstruktion der einzelnen Glieder des Aplanaten die Grösse der astigmatischen Differenz ab, so von der Entfernung der Glieder die Bildwölbung. Im Allgemeinen ist der Verlauf der, dass mit geringerer Entfernung die astigmatische Differenz abnimmt und die Bildkrümmung wächst, dagegen mit zunehmender Distanz der Glieder das Bild mehr und mehr gestreckt wird bei wachsender astigmatischer Differenz.

Was die Beseitigung der Chromasie der Brennweiten oder der verschiedenfarbigen Vergrösserungsdifferenz anlangt, so werde zunächst daran erinnert, dass ein schief auf eine planparallele Glasplatte auffallender Strahl aus derselben als ein *paralleles Bündel verschiedenfarbiger Strahlen* austritt, dessen Richtung parallel zu derjenigen des einfallenden Strahles ist[2]). Wenn trotzdem eine schief zur Sehrichtung gehaltene Glasplatte das Objekt ohne Farbensäume erscheinen lässt, so liegt das daran, dass von jedem Objektpunkt nicht ein einzelner Strahl, sondern ein Bündel von Strahlen zum Bildpunkt gelangt. Fasst man die Strahlen des Bündels als zu einander parallele Strahlen auf, so verlaufen also in *jedem* austretenden Strahl eine ganze Anzahl verschiedenfarbiger Strahlen, von denen ein jeder zu einem anderen Strahl des eintretenden Büschels gehört. Da alle diese Strahlen vom Auge vereinigt werden, so entsteht daselbst die Empfindung von Weiss.

Auf ähnlicher Ursache beruht die Wirkung des Doppelobjektivs, von einem weissen Objekt *gleichgrosse*, farbige Bilder zu entwerfen.

---

[1]) Vgl. S. Czapski, *a. a. O. S. 201 und 202* und Müller-Pouillet, Optik. 9. Aufl. *S. 774 bis 776.*

[2]) Müller-Pouillet, Optik. 9. Aufl. *§ 116. S. 265.*

Denkt man sich die von einem Hauptstrahl getroffenen Zonen der beiden Glieder des Doppelobjektivs ersetzt durch die ihnen äquivalenten Prismen von gleicher Ablenkungsfähigkeit, so kann man dieselben zusammen als eine planparallele Platte auffassen, welche vom Strahle schief durchsetzt wird, da ja beide Ersatzprismen gleichgrosse brechende Winkel und paarweise parallele Flächen haben.

Das von einem Objektpunkt ausgehende weisse Strahlenbüschel können wir aber ferner auffassen als eine unendliche Anzahl verschiedenfarbiger Büschel. In Folge der Dispersion hat der zu jedem farbigen Büschel gehörige *Hauptstrahl*, welcher also die Achse im Mittelpunkt der Blende oder dem „Symmetriepunkt" des Doppelobjektivs schneidet, eine etwas andere Einfallsrichtung. Ganz allgemein gilt aber, dass jeder Hauptstrahl zur ursprünglichen Einfallsrichtung parallel wieder austritt.

Der Annahme gemäss kommen die verschiedenfarbigen Hauptstrahlen eines Büschels von einem in doppelter Brennweite gelegenen Objektpunkt; da diese sämmtlich durch den Symmetriepunkt gehen und jeder parallel zu seiner Einfallsrichtung wieder austritt, so schneiden die austretenden farbigen Hauptstrahlen sich nothwendig in dem zum Ausgangspunkt *konjugirten* Punkte, dem Bildpunkte, welcher nach Gauss ebenfalls in doppelter Brennweite gelegen ist und von der Achse ebensoweit abliegt wie der Objektpunkt. Die *Hauptstrahlen* der verschiedenfarbigen Büschel, in welche man ein jedes weisse Strahlenbündel zerlegt denken kann, schneiden sich somit alle in einem Punkte.

Ist dieser identisch mit dem Vereinigungspunkt bezw. der engsten Einschnürung, z. B. des gelben Strahlenbüschels, so liegt daselbst auch der *Schwerpunkt* der Zerstreuungskreise der rothen, blauen u. s. w. Büschel, während deren Vereinigungspunkte näher oder entfernter liegen können. Sie fallen alle in einem Punkte zusammen, falls jedes Einzelglied des Doppelobjektivs achromatisch ist.

Die verschiedenen Arten von Doppelobjektiven.

Wie schon der von uns gewählte Name ausdrücken soll, kommt bei den *Doppelobjektiven* zweimal dasselbe Einzelglied vor, sodass der Strahlengang ganz derselbe bleibt, wenn statt des zweiten Gliedes das Blenden-*Loch* spiegelnd wäre. Daraus folgt zugleich, dass diejenigen Fehler durch die Verdoppelung nicht eliminirt werden können, welche wie die Chromasie der Schnittweiten, die sphärische Aberration, der Astigmatismus u. s. w. nur durch Kompensation entgegengesetzt wirkender Faktoren zu beseitigen sind.

Alle die zuletzt genannten Fehler müssen also schon im *einzelnen* Gliede des Doppelobjektivs vermieden werden, sollen sie im Doppelobjektiv die punktweise Vereinigung der achsialen und schiefen Büschel nicht illusorisch machen. Demgemäss hängt der Fortschritt des symmetrischen Doppelobjektivs lediglich ab von der Verbesserung der Einzelobjektive, soweit sie als Glieder eines Doppelobjektivs verwendbar sind.

Ohne Zweifel steht nichts im Wege, jedes Objektiv, sei es das Portraitobjektiv von Petzval, der Antiplanet von Steinheil oder der Anastigmat von Zeiss, als Glied eines Doppelobjektivs zu verwenden. Eine zweite wichtige Frage ist nur die, ob es lohnt, behufs Gewinnung der jedem Doppelobjektiv zugehörigen Vortheile die Nachtheile in den Kauf zu nehmen, die eine Verdoppelung des einfachen Objektivs mit sich bringt. Ordnete man zum Beispiel zwei Zeiss-Anastigmate symmetrisch zur Blendenmitte an, wodurch man die aplanatischen Vorzüge mit den anastig-

matischen verknüpfte, so würde ausser den vielen Reflexionen, der damit zusammenhängenden Lichtschwächung und den durch sie verursachten Spiegelflecken das Sehfeld durch die Länge des Systems ein sehr kleines werden, in dem noch dazu die Helligkeit von der Mitte zum Rande schnell abnimmt.

In der Praxis kommen nur die aus *verkitteten* Linsen bestehenden Einzelobjektive als Glieder eines Doppelobjektivs in Betracht. So vielerlei *Einzelobjektive* wir also besitzen, so viel Arten von Doppelobjektiven können vorhanden sein und sind auch thatsächlich vorhanden. Als Einzelobjektive haben wir aber kennen gelernt

1. die einfache Sammellinse,
2. den zweilinsigen Altachromaten,
3. den zweilinsigen Neuachromaten,
4. das dreilinsige verkittete Objektiv mit anastigmatisch geebnetem Bildfelde,
5. das vierlinsige verkittete Objektiv mit anastigmatisch geebnetem Bildfelde.

Doppelobjektiv Nr. 1: Als einfachster Repräsentant des Doppelobjektivs Nr. 1 kann die *Vollkugel* (Fig. 5 *S. 217*) mit enger zentraler Blende angesehen werden. Dieselbe kann man sich aus 2 Halbkugeln I und II zusammengesetzt denken, welche in ihrem mittelsten Theile *a b* verkittet und bis auf diesen abgeblendet sind. Hier tritt weder Brechung noch Dispersion der Hauptstrahlen ein.

Dem Vollkugelobjektiv am nächsten kommt die *Panoramalinse* von Sutton (1859). Bei ihr ist der Hohlraum der eine Vollkugel bildenden Einzellinsen mit Wasser gefüllt.

Das beste aus einfachen Linsen gebildete Doppelobjektiv Nr. 1 ist das *Periskop* (Fig. 19) von Steinheil (1865). Wegen seiner relativ grossen Lichtstärke bei einer „künstlerischen“, mässigen Unschärfe, wegen seiner Billigkeit und wegen der grossen „Brillanz“ der Bilder wurde dem *Periskop* seit 1890 wieder grössere Beachtung geschenkt und seine Fabrikation von Neuem aufgenommen.

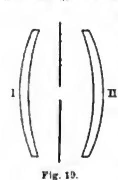
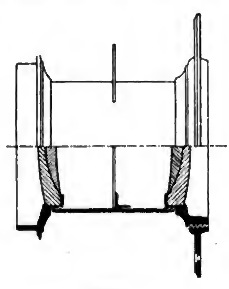


Fig. 19.

Doppelobjektiv Nr. 2: Harrison's *Kugelobjektiv* und Busch's *Pantoskop* gehören, wie der Steinheil'sche *Aplanat* (Fig. 20), zu dem Typus Nr. 2 der Doppelobjektive mit dem *Altachromaten* als Einzelglied.


Fig. 20.

Mit Ausnahme des Steinheil'schen Aplanaten sind die übrigen bisher genannten Doppelobjektive nur bei sehr *kleinem* Oeffnungsverhältniss zu verwenden, da sie für grössere Blenden schon den Achsenpunkt unscharf abbilden.

Um mit den natürlichen Vorzügen des Doppelobjektivs in Folge der symmetrischen Anordnung seiner Glieder zur Blendenmitte noch denjenigen der Lichtstärke zu verbinden, musste man von der Anwendung nicht achromatischer Linsen absehen. Aber auch die starke Krümmung wie beim Kugelobjektiv von Harrison und dem Pantoskop von Busch musste fallen gelassen und zur Verwendung schwach gekrümmter Menisken geschritten werden, sollte die sphärische Aberration für grössere Oeffnungen einen geringen Betrag erreichen und das Bild noch möglichst eben sein. Mit der Aufhebung der sphärischen und chromatischen Abweichung und der Einhaltung der vorgeschriebenen Brennweite sind aber alle disponiblen Elemente eines verkitteten Achromaten erschöpft, und da beim symmetrischen Doppelobjektiv beide

Glieder genau gleich sind, so kommt als verfügbares Element beim Aplanat nur noch die Entfernung beider Glieder und die Wahl der Glassorten hinzu.

Sollte den genannten Objektiven gegenüber ein Fortschritt erzielt werden, so musste dem *einzelnen* Gliede alle Sorgfalt zugewandt und dasselbe aus solchen Gläsern konstruirt werden, dass das ganze System für ein möglichst grosses Oeffnungsverhältniss korrigirt war und auch für schiefe Büschel von grosser Oeffnung geringe Anomalien zeigte. Diese Bedingungen, so gut als es die damaligen Gläser erlaubten, schon im Jahre 1866 erfüllt zu haben, ist das Verdienst Adolph Steinheil's.

Der von ihm benutzte Achromat bestand aus zwei Fraunhofer'schen Flintgläsern und hatte die Form eines Meniskus. Selbstverständlich verwendet man heute zur Konstruktion des Einzelgliedes vom Aplanaten ebenfalls die neuen Jenaer Gläser.

Je nach der Wahl der Gläser und der hierdurch bedingten Form des Achromaten unterscheidet man verschiedene Aplanattypen. Beim lichtstarken Gruppenaplanat ist der Achromat für relativ grosse Oeffnung sphärisch korrigirt und die Glieder haben einen ziemlich grossen Abstand von einander, während beim Weitwinkelaplanat die Distanz der für schiefe Büschel geeigneteren, lichtärmeren Glieder so klein als zulässig gewählt wird.

Wie es gemäss der Zahl der verwendeten Elemente und der Art des Achromaten zu erwarten ist, kann der Aplanat weder in Bezug auf den Astigmatismus noch auf die Bildwölbung korrigirt werden. Wohl aber lässt sich durch Entfernung der Glieder das Bild entweder zu Gunsten der Bildebenung oder der Anastigmasie verbessern. Um bei grösserem Oeffnungsverhältniss die Bildwölbung zu mildern, wird man eine grosse Distanz wählen (vgl. *S. 234*), während man bei kleiner Blende und grossem Sehfelde durch geringe Distanz der Glieder den Astigmatismus möglichst gering zu machen sucht.

Seit 1886 baut Steinheil geradezu Aplanate mit *variablem* Abstande beider Glieder, welche bei voller Oeffnung und geringem Abstande als lichtstarke Gruppenaplanate, dagegen bei kleiner Oeffnung und grossem Abstande als Weitwinkelobjektiv arbeiten und somit in gewissem Umfange die einzelnen Aplanattypen in sich vereinigen.

Der Erfolg einer solchen Entfernungsänderung spricht deutlich dafür, dass selbst besten Falls mittels des Aplanattypus keine vollkommen punktweise Strahlenvereinigung zu erreichen ist. Denn der Vorgang ist hier ein ähnlicher wie bei der einfachen oder achromatischen Landschaftslinse mit Vorderblende, wo durch Verschieben der Blende eine Lagenänderung der Bildorte und hierdurch eine künstliche Bildstreckung erzielt werden kann, weil die Strahlenvereinigung *keine* punktweise ist (vgl. *S. 216*).

Jedenfalls aber bedeutete der Aplanat, welcher winkelgetreue Zeichnung und Bildausdehnung mit grosser Lichtstärke verbindet, einen grossen Fortschritt gegenüber den damals vorhandenen Objektiven.

Von den übrigen Objektiven, welche zum Typus des Aplanaten gehören, seien nur erwähnt das *Euriskop* von Voigtländer, die Görz'schen *Lynkeioskope*, das *Pantoskop* von Hartnack und der *Rectilinear* von Dallmeyer. Wegen der übrigen zahlreichen Namen, unter denen der Aplanattypus verbreitet ist, sei auf das Werk von J. M. Eder, Die photographischen Objektive, ihre Eigenschaften und ihre Prüfung (Halle a. S., Verlag von Wilhelm Knapp 1891. *S. 104*) verwiesen.

Doppelobjektiv Nr. 3: Eine besondere Stellung unter den aus zweilinsigen Gliedern zusammengesetzten Aplanaten nehmen die Schroeder'sche *concentric lens*[1])

[1]) *Ross-Concentric lens*, von Dr. Schroeder, *Englische Patentschrift Nr. 5194* vom Jahre 1888;

und der Miethe'sche *Anastigmat*[1]) ein. Sie repräsentiren das Doppelobjektiv Nr. 3, welches aus zwei *Neuachromaten* besteht. Da die Linsen verkittet sind, stehen auch hier wie beim Altachromaten nur drei Radien zur Verfügung. Freilich ist beim Neuachromaten die Bildebenung nahezu schon durch die Wahl der Gläser erreicht (vgl. *S. 230*). Zur Aufhebung des Astigmatismus ist aber auch hier kein Element vorhanden, da durch Verdoppelung des Neuachromaten zum Doppelobjektiv nicht wie beim Verbinden eines Neu- mit einem Altachromaten im Zeiss'schen Anastigmat von Rudolph (*S. 236*) eine positive und negative Kittfläche erzielt wird. Wie die Erfahrung lehrt und auch unsere schematische Darstellung es voraussagen lässt, können diese Doppelobjektive infolge Fehlens der *entgegengesetzt wirkenden Kittflächen* nicht gleichzeitig sphärisch, chromatisch und anastigmatisch geebnete Bilder liefern[2]). Indem Schroeder die konzentrische Form wählte, erhielt er zwar gute Bildebenung und geringen Astigmatismus, dafür ist diese Form aber in Bezug auf die sphärische Korrektion im Nachtheil, auf welche umsomehr Nachdruck gelegt werden muss, als der Neuachromat ohnedies nicht so gut sphärisch zu korrigiren ist wie ein Altachromat.

Erst ganz neuerdings, nachdem es in Folge des bei den Zeiss'schen Anastigmaten angewendeten Rudolph'schen Prinzips auch möglich geworden war, schon mittels drei oder vier *verkitteter* Linsen eine genügende anastigmatische Bildebenung zu erzielen, stand auch der Ausführung „anastigmatischer Aplanate" nichts mehr im Wege. Darunter werde verstanden ein System, welches durch symmetrische Konstruktion die jedem Aplanaten eigenen Vorzüge verbindet mit denen des Zeiss'schen Anastigmaten.

Doppelobjektiv Nr. 4: Bei diesen Doppelobjektiven besteht das Einzelglied aus einem *dreilinsigen*, verkitteten Objektiv, welches schon an und für sich mehr oder weniger sphärisch und chromatisch korrigirt ist und anastigmatisch geebnete Bilder liefert.

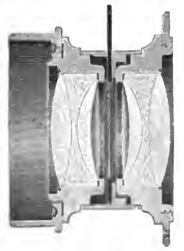


Fig. 21.

1. *Doppelanastigmat* von C. P. Görz: Das *erste* Objektiv dieser Art wurde im Jahre 1893 von C. P. Görz nach den Rechnungen des Hrn. von Hoegh unter dem Namen *Doppelanastigmat* auf den Markt gebracht[3]). Dasselbe ist in Fig. 21 abgebildet. Nach den Angaben des Görz'schen Kataloges[4]) hat der Doppelanastigmat bei einem Oeffnungsverhältniss $F/7{,}7$ einen Bildwinkel von 70 Grad und bei kleinerer Oeffnung einen solchen bis zu 90 Grad. Der Typus der dreilinsigen Hälften ist *S. 238* besprochen worden, weswegen wir betreffs der Einzelheiten hierauf verweisen. In Bezug auf die Ge-

---

Photogr. News 1889. S. 316. Die Objektive kamen erst 1892 in den Handel; vgl. *The new concentric lens, British Journ. of Photography Nr. 1669, 30. April 1892.*

[1]) A. Miethe, Der Anastigmat. Vogel's *Photogr. Mitth.* **25.** *S. 123* und *173 bis 174.*

[2]) Nachdem Dr. Miethe in seinem Buche „Photogr. Optik", *S. 87* hervorgehoben hat, dass sich auch bei den von uns „Neuachromate" genannten Objektiven die Achsenaberrationen auf kleine Beträge reduziren und mit ihnen Aplanate von genügender Lichtstärke herstellen lassen, fährt er wörtlich fort: „Die nach diesen Prinzipien ausgeführten und *Anastigmate* genannten Linsenkombinationen sind noch mit gewissen Fehlern behaftet, welche sowohl mechanischer wie optischer Natur sind. Einmal nämlich mussten die Distanzen der Linsen verhältnissmässig sehr gross genommen werden, zweitens war die Behebung des Astigmatismus nicht über das ganze Bildfeld hin möglich, und drittens war das benutzte Crownglas für photographische Zwecke nicht genügend wetterbeständig".

[3]) Vgl. *S. 239 Anmerk. 1* im vorigen Heft.

[4]) Vgl. den englischen Katalog von C. P. Görz, *S. 11,* welchem auch die Fig. 21 entlehnt ist

sammtleistung war der Doppelanastigmat entschieden ein bedeutender Fortschritt gegenüber dem gewöhnlichen Aplanaten. Inwieweit die Leistung desselben, verglichen mit der des Zeiss'schen Anastigmaten (Fig. 16), aus *fünf* Linsen bestehend, erhöht ist, darüber ist in der Literatur noch kein endgültiges, allgemein anerkanntes Urtheil zu finden.

Ist in der Görz'schen Patentschrift als zweiter Anspruch auch die Verwendung des einzelnen Gliedes vom Doppelanastigmaten als Einzelobjektiv ausgesprochen, so hat jedoch der Doppelanastigmat hauptsächlich als *Gesammtsystem* seinen Ruf erworben und konnte bei seinem Erscheinen als *bestes* (*symmetrisches*) *Doppelobjektiv* bezeichnet werden.

2. *Satzanastigmat Ser. VI a* von Carl Zeiss: Die auf *S. 237 ff.* erwähnten dreilinsigen Anastigmatlinsen der Firma Carl Zeiss lassen sich mit grossem Vortheil zu je zweien zu symmetrischen Objektiven zusammensetzen. Der aus zwei dreilinsigen Gliedern *gleichgrosser* Brennweite gebildete *Satzanastigmat* fällt äusserlich mit dem Typus des Doppelanastigmaten zusammen. Da die Einzelglieder für sich so gut als möglich korrigirt sind, ist es für die Leistung des Doppelobjektivs „Satzanastigmat Ser. VI a" bezüglich Schärfe und anastigmatischer Bildebenung praktisch ganz gleichgiltig, ob dasselbe aus zwei gleich- oder ungleichbrennwerthigen Gliedern (Fig. 22) zusammengesetzt ist. Infolge davon lassen sich mit einer Anzahl von zwei, drei oder mehreren Nummern der Einzelobjektive Ser. VI sehr gute *anastigmatische* Objektivsätze (Anastigmatsätze Ser. VI a) kombiniren.

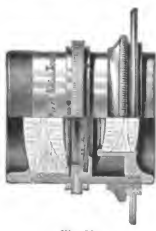


Fig. 22.

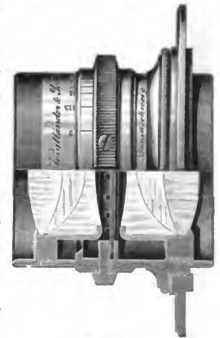


Fig. 23.

3. *Collinear* von Voigtländer & Sohn: Das in Fig. 23 abgebildete Collinear, welches von Dr. Kaempfer berechnet wurde[1]), ist ähnlich dem Doppelanastigmat zusammengesetzt aus zwei gleichen dreifachen Einzelgliedern. Jedes Einzelglied besteht aber aus einer mittleren konvexkonkaven Sammellinse von *niedrigem* Brechungsquotienten, verkittet mit zwei Linsen von *höherem* Index, von denen die der Blende zugekehrte bikonkav, die andere bikonvex ist. Es ist auf solche Weise ebenfalls eine *sammelnde* und eine *zerstreuende* Kittfläche vorhanden, wie es die Herstellung der *anastigmatischen Bildebenung* verlangt. Gleichwohl ist auch hier das Einzelglied noch der Gesammtleistung untergeordnet. Als Doppelobjektiv ist das Collinear nach den Angaben des Verfertigers für eine Oeffnung von etwa $F/7$ gut sphärisch korrigirt und besitzt ebenfalls eine gute anastigmatische Ebenung bei grosser Winkelausdehnung.

4. *Orthostigmat Typus II* von C. A. Steinheil Söhne: Der in Fig. 24 abgebildete Orthostigmat, Typus II, ist von C. A. Steinheil Söhne ganz neuerdings[2]) in den Handel gebracht worden. Demselben Typus angehörend wie das Collinear, besteht er gleichfalls aus zwei Gliedern von je drei verkitteten Linsen, bei denen

[1]) *Photogr. Korr. 1894. S. 495.* Katalog von Voigtländer & Sohn über „Collineare".

[2]) In Bezug auf die Zeit des Erscheinens giebt der neueste Katalog (1896) von C. A. Steinheil Söhne Auskunft.

die mittlere *kleineren* Brechungsindex hat, wie die *äusseren* Linsen. Die Details der Konstruktion sind in *The British Journ. of Photographie 1896. S. 489* veröffentlicht.

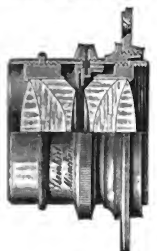


Fig. 24.

Doppelobjektiv Nr. 5: Diese Doppelobjektive respräsentirt der *Satzanastigmat Ser. VIIa* von Carl Zeiss, welcher aus zwei *vierlinsigen*, gleich oder ungleich brennwerthigen Gliedern besteht und in letzterer Form in Fig. 25 abgebildet ist. Da beim vierlinsigen Gliede die theoretische Möglichkeit zur Erzielung anastigmatischer Bildebenung eine vollkommenere ist, wie bei den dreilinsigen Objektiven, so kommt den Satzanastigmaten Ser. VIIa auch eine theoretisch höhere Leistungsfähigkeit zu. In Bezug auf die Korrektion des Einzelgliedes (Ser. VIIa) gilt hier erst recht das vom Satzanastigmat Ser. VIa Gesagte, sodass sich mit verschiedenen Nummern der Einzelobjektive Ser. VII sehr gute Anastigmatsätze kombiniren lassen[1]), welche dementsprechend rasch in Aufnahme gekommen sind.

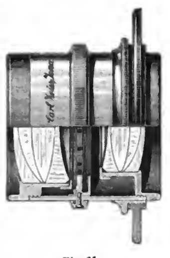


Fig. 25.

Mit dem *achtlinsigen* Satzanastigmaten Ser. VIIa scheint die Verbesserung photographischer Objektive nach der Richtung hin zu einem gewissen Abschluss gelangt zu sein, welche bezweckt, die neuen Jenaer Gläser nutzbar zu machen unter Verwendung des von Rudolph ausgesprochenen anastigmatischen Korrektionsprinzips, sei es im Einzelobjektiv, im Doppelobjektiv oder in den Objektivsätzen.

Schluss. Wenn ich versucht habe, die gesammte photographische Optik in kurzem Umriss zu skizziren und die verschiedenen Objektivarten wenigen Gruppen unterzuordnen, so bin ich mir dessen wohl bewusst, dass solches Beginnen nicht auf einmal vollkommen gelingen kann. Es bedarf noch mancher rechnerischen Arbeit und vor Allem experimenteller Prüfungen, um die gelassenen Lücken auszufüllen und der schematischen Darstellung eine reale Unterlage zu geben.

Ueber die Bedingungen für die Verzeichnungsfreiheit optischer Systeme mit besonderer Bezugnahme auf die bestehenden Typen photographischer Objektive.

Von

Dr. **M. von Rohr** in Jena.

Es gilt seit langer Zeit als feststehend, dass zur Erzielung der Freiheit von Distortion die Erfüllung der Tangentenbedingung nothwendig ist, oder, wie es von Herrn S. Czapski[2]) ausgedrückt wird: „das Verhältniss der trigonometrischen Tangenten der Winkel, welche entsprechende Hauptstrahlen in Bild und Objekt mit der Achse einschliessen, muss ein constantes sein“.

Das Ziel der nachfolgenden Untersuchung soll nun sein, festzustellen, inwieweit diese Bedingung nothwendig und hinreichend sei.

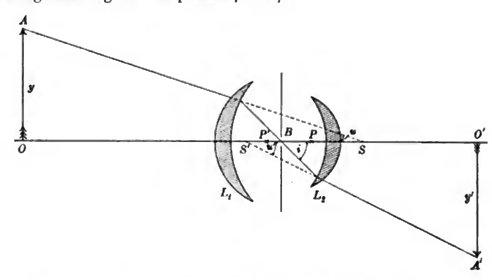
---

[1]) Näheres siehe: Dr. Rudolph, Der neue Satzanastigmat *f*/6,3 der Firma Carl Zeiss in Eder's *Jahrbuch 1896. S. 216*, sowie in den diesbezüglichen Katalogen von Zeiss.

[2]) Theorie der optischen Instrumente nach Abbe. Breslau, E. Trewendt 1893. *S. 111*.

Zu diesem Zwecke nehmen wir, um den allgemeinsten Fall einzuschliessen, ein aus den Linsenkombinationen L_1 und L_2 bestehendes System an (vgl. die Fig.), welche sich vor und hinter der zunächst einmal punktförmig angenommenen Mittelblende B befinden. Ein dieselbe unter dem Winkel i gegen die Achse durchsetzender Hauptstrahl bilde vor Eintritt in das System mit der Achse den Winkel u, nach dem Verlassen den Winkel u'.

Nun ist es bekannt, dass von einem auf der Achse in $(n+1)f$ Entfernung vom vordern Hauptpunkte entfernten Objektpunkte O in $f + f/n$ Entfernung vom hinteren Hauptpunkte ein Bild auf der Achse in O' entworfen wird, und zwar ist dann die Lateralvergrösserung im Bildpunkte $\beta = 1/n$.



Wir machen nun die Annahme, dass wir bei der Einstellung des Bildes y' des in O befindlichen endlich ausgedehnten Objekts y auf die Bildmitte, also auf O scharf einstellen, d. h. die Mattscheibe an den Ort O' bringen. Alsdann erhalten wir die Bildpunkte senkrecht zur Achse da, wo die entsprechenden von den Objektpunkten A unter den Winkeln u ausgehenden Hauptstrahlen nach dem Verlassen des Systems unter den Winkeln u' die Mattscheibenebene durchstossen, nämlich in den Punkten A'.

Bilden wir jetzt für endliche Achsenabstände das Verhältniss y'/y, so muss dasselbe stets

$$\frac{y'}{y} = \frac{1}{n}$$

sein, gleichgültig für welche Abstände (y', y); dann und nur dann ist das System verzeichnungsfrei.

Betrachten wir nun einmal genauer, in welcher Weise der Durchgang der Hauptstrahlen vor sich geht, so sehen wir unmittelbar, dass die die Blende passirenden Hauptstrahlen vor dem Passiren nicht monozentrisch sind, dass vielmehr das Büschel der Hauptstrahlen im Allgemeinen mit sphärischer Aberration behaftet angenommen werden muss, soll es nachher die Innenblende passiren können. Ein Gleiches gilt natürlich von dem Hauptstrahlenbüschel nach dem Austritt aus dem System.

Um nun diese Eigenschaft der Büschel, vor Eintritt und nach Verlassen des Systems mit sphärischer Aberration behaftet zu sein, in Erscheinung treten zu lassen, führen wir die Bezeichnungen

$$\xi = OP; \quad \xi' = O'P'; \quad \delta = SP; \quad \delta' = S'P'$$

ein. Es sind alsdann ξ und ξ' die Abszissen konjugirter Achsenpunkte von den bezüglichen Pupillenorten für achsennahe Strahlen und δ und δ' sind die Beträge der sphärischen Längsaberrationen für den Innenwinkel i.

Alsdann erhalten wir die für jedes u bezw. u' gültigen Gleichungen

$$y = (\xi + \delta)\, tg\, u$$
$$y' = (\xi' + \delta')\, tg\, u'$$
$$\frac{y'}{y} = \frac{\xi' + \delta'}{\xi + \delta} \cdot \frac{tg\, u'}{tg\, u}.$$

Man ist nun ohne weiteres im Stande, eine Reihenentwicklung für die verschiedenen von der Hauptstrahlneigung abhängigen Grössen einzuführen, und zwar empfiehlt es sich aus Gründen der Symmetrie, den Innenwinkel i als unabhängige Variable zu wählen. Man erhält dann

$$\xi' + \delta' = \xi' + e_2' i^2 + e_4' i^4 + \ldots$$
$$\xi + \delta = \xi + e_2 i^2 + e_4 i^4 + \ldots$$
$$\frac{tg\, u'}{tg\, u} = \gamma + g_2 i^2 + g_4 i^4 + \ldots$$

Diese Reihenentwicklungen können nur nach geraden Potenzen von i fortschreiten, da ihr Werth vom Vorzeichen von i unabhängig ist.

In Folge dessen ergiebt sich

$$\frac{y'}{y} = \frac{\xi' + \delta'}{\xi + \delta} \cdot \frac{tg\, u'}{tg\, u} = \frac{\xi'}{\xi}\gamma \frac{1 + \varepsilon_2' i^2 + \varepsilon_4' i^4 + \ldots}{1 + \varepsilon_2 i^2 + \varepsilon_4 i^4 + \ldots} (1 + \gamma_2 i^2 + \gamma_4 i^4 + \ldots),$$

wobei die Grössen ε_k', ε_k, γ_k aus e_k', e_k und g_k durch Division mit ξ', ξ und γ entstanden sind.

Natürlich lässt sich der ganze von i abhängige Theil der Entwicklung als eine einzige nach geraden Potenzen von i fortschreitende Reihe schreiben, sodass

$$\frac{y'}{y} = \frac{\xi' + \delta'}{\xi + \delta} \cdot \frac{tg\, u'}{tg\, u} = \frac{\xi'}{\xi}\gamma\, (1 + \omega_2 i^2 + \omega_4 i^4 + \ldots).$$

Aus dieser Form sieht man denn auch, dass der Werth von y'/y eine Funktion ist von dem Innenwinkel i und von den Grössen ξ und ξ', die ja noch in die Koëffizienten ω_k eingehen.

Nun sind natürlich ξ und ξ' nicht unabhängig von einander, sondern es besteht zwischen f/ξ und f/ξ' eine lineare Beziehung, und ausserdem wird für Strahlen in der Nachbarschaft der Achse, wo i klein von erster Ordnung wird, y' zu

$$\left(\frac{y'}{y}\right)_0 = \frac{1}{n} = \frac{\xi'}{\xi}\gamma,$$

wo γ, wie aus dem Früheren zu ersehen, der Werth des Konvergenzverhältnisses für beide Pupillen ist. Es sind mithin die Koëffizienten ω_k abhängig von der Reduktionszahl n.

Beschränkt man sich in erster Annäherung auf die 2. Potenzen von i bei der Betrachtung der Verzeichnung, was um so eher angängig ist, als die in Betracht kommenden Winkel i wohl in allen Fällen unter 57° bleiben, also kleiner sind als 1, so kann man die Bedingung stellen

$$\omega_2 = 0$$

und aus dieser Gleichung diejenige Vergrösserung $\bar{n}$ ableiten, für welche in erster Annäherung die Verzeichnung aufgehoben ist.

Sehr einfache Ueberlegungen zeigen, dass

$$\omega_2 = \varepsilon_2' - \varepsilon_2 + \gamma_2$$
$$= \frac{e_2'}{\xi'} - \frac{e_2}{\xi} + \frac{g_2}{\gamma}.$$

Setzt man nun $\omega_2 = 0$ und benutzt $\frac{1}{n} = \frac{\xi'}{\xi}\gamma$, so erhält man

$$\gamma e_2' - \frac{e_2}{n} + g_2 \xi' = 0.$$

Führt man nun noch ein

$$\xi' = \frac{f}{n} + k',$$

wo k' die im Allgemeinen positiv zu rechnende Entfernung des hinteren Brennpunktes von der Austrittspupille ist, so folgt aus

$$\gamma\, e_2' - \frac{e_2}{n} + \frac{g_2 f}{n} + g_2 k' = 0$$

ein bestimmter Werth von $\bar{n}$, nämlich

$$\bar{n} = -\frac{g_2 f - e_2}{g_2 k' + \gamma\, e_2'},$$

vorausgesetzt, dass nicht Zähler und Nenner gleichzeitig verschwinden, und $\bar{n}$ in der unbestimmten Form $\frac{0}{0}$ erscheint.

Das heisst, bei jedem Systeme lässt sich im Allgemeinen eine und nur eine Reduktionszahl n finden, für welche die Verzeichnung in erster Annäherung gehoben ist, auch wenn die Tangentenbedingung nicht erfüllt ist.

Ist dieselbe aber erfüllt, wie man das bei den *unsymmetrischen Doublets* zu erreichen strebte, so verschwindet natürlich g_2 identisch, und es wird alsdann

$$\bar{n} = \frac{e_2}{\gamma\, e_2'},$$

bleibt also noch abhängig von dem Betrage der sphärischen Aberration des Hauptstrahlenbüschels in den beiden Systemen. Soll ω_2 *identisch* für *jeden* Werth n verschwinden, so ist es hinreichend, dass jeder der drei Koëffizienten e_2', e_2 und g_2 für sich allein gleich Null wird; nothwendig ist nur das Bestehen der beiden Gleichungen

$$g_2 f = e_2 \text{ und } g_2 k' = -\gamma\, e_2'.$$

Beachtet man, dass $\gamma = -\frac{f}{k'}$, so lässt sich die zweite schreiben

$$g_2 f = \gamma^2 e_2',$$

und es erscheint, wie schon oben erwähnt, $\bar{n}$ in der unbestimmten Form $\frac{0}{0}$, d. h. das System ist in erster Annäherung verzeichnungsfrei für beliebige Reduktionen n.

Wir sprachen stets von der Hebung der Verzeichnung in erster Annäherung; es ist dazu zu bemerken, dass man durch Bestimmung von $\omega_2 = 0$ nicht nothwendig die beste Aufhebung der Verzeichnung über ein grösseres Bildfeld erhält, dieselbe wird vielmehr dadurch erreicht werden, dass man

$$\omega_2 = \varepsilon$$

so bestimmt, dass

$$\varepsilon\, i^2$$

das entgegengesetzte Vorzeichen von

$$\omega_4\, i^4 + \omega_6\, i^6 + \ldots$$

erhält. Es bestimmt dann der Werth von ε natürlich den Werth von $i = \bar{i}$, für welchen vollkommene Freiheit von Verzeichnung besteht. Der Charakter der Verzeichnung ist dann für Winkel $i < \bar{i}$ der entgegengesetzte wie für solche $i > \bar{i}$. Eine einfache Ueberlegung zeigt nämlich, dass alle nicht radial gegen den Achsenpunkt gerichteten Geraden in der Ebene der Einstellung abgebildet werden, auf der Bildebene in Kurven, welche ihre konvexe Seite gegen die Achse kehren, wenn

$$\omega_2\, i^2 + \omega_4\, i^4 + \ldots > 0$$

und ihre konkave Seite, wenn < 0. Die erstere der beiden Arten nennt man (*cushion shaped distortion*) kissenförmige, die letztere (*barrel shaped distortion*) tonnenförmige Verzeichnung.

Die Verzeichnung bei speziellen Typen photographischer Objektive.

1. Das aus zwei kongruenten Systemen bestehende symmetrische Objektiv, der Aplanat.

Hier tritt der das System verlassende Hauptstrahl unter dem gleichen Winkel $u = u'$ wieder aus, unter dem er in dasselbe eintrat, es ist mithin für alle Winkel u

$$\frac{tg\, u'}{tg\, u} = 1 .$$

Die Beträge der sphärischen Aberration der beiden Einzelsysteme für den Blendenmittelpunkt sind der Natur der Sache nach auch gleich, $\delta' = \delta$, mithin

$$\frac{y'}{y} = \frac{\xi' + \delta}{\xi + \delta} .$$

Man sieht aus dieser Form sofort, dass der Werth $\bar{n}$, für welchen $\frac{y'}{y}$ von δ unabhängig ist, erreicht wird, wenn

$$\xi' = \xi$$

oder für

$$n = 1 .$$

Die in diesem Falle erreichte Verzeichnungsfreiheit ist dabei keine in erster Annäherung geltende, sondern gilt strenge für jeden Winkel u.

Für *jeden* andern Werth von n verzeichnet der Aplanat, wenn $\delta \gtrless 0$, wie fast stets angenommen werden kann. Da die Punkte P und P' hier mit den Knotenpunkten und, da vorderes und hinteres Medium gleich sind, mit den Gauss'schen Hauptpunkten zusammenfallen, so ist

$$\xi = n\, \xi',$$

mithin

$$\frac{y'}{y} = \frac{\xi/n + \delta}{\xi + \delta} = \frac{1}{n} + \frac{(n-1)}{n} \cdot \frac{\delta}{\xi + \delta} .$$

Ist nun wie gewöhnlich für solche Einzelsysteme

$$\delta > 0,$$

so ist

$\frac{y'}{y} > \frac{1}{n}$, also kissenförmige Verzeichnung für $n > 1$,

$\frac{y'}{y} < \frac{1}{n}$, „ tonnenförmige „ „ $n < 1$,

und wenn man

$$\delta < 0$$

annimmt, so ist

$\frac{y'}{y} > \frac{1}{n}$, also kissenförmige Verzeichnung für $n < 1$,

$\frac{y'}{y} < \frac{1}{n}$, „ tonnenförmige „ „ $n > 1$.

Jetzt sind noch die Fälle möglich, in denen für wachsende Werthe von u der Werth von δ sein Zeichen wechselt, also entweder aus dem Negativen in das Positive übergeht, oder umgekehrt. Einen solchen Fall theilte z. B. Hr. D. Kaempfer[1]) jüngst mit.

In diesem Falle besteht für jede von 1 verschiedene Vergrösserung n im Bildfelde eine dem Winkel $\bar{u}_{\delta=0}$ entsprechende kreisförmige Zone, welche um $\xi'\, tg\, \bar{u}_{\delta=0}$ vom Achsenschnittpunkt absteht und in der die für den Achsenpunkt geltende Reduktionszahl n wieder erreicht wird. Innerhalb dieser Zone, also für Winkel $u < \bar{u}_{\delta=0}$,

[1]) Neue Objective der Firma Voigtländer & Sohn für photogrammetrische Zwecke. *Eder's Jahrbuch f. Phot. u. Rep.* **11.** *S. 247. 1897.*

hat die Verzeichnung den nach dem vorigen leicht bestimmbaren, von n abhängigen Charakter, der der entgegengesetzte der Aussenzone $u > \bar{u}_{\delta=0}$ ist.

Schliesslich kommen wir noch auf die Frage zu sprechen, ob es gänzlich verzeichnungsfreie Systeme unter den Aplanaten giebt; dies ist offenbar dann und nur dann der Fall, wenn δ für *jeden* Werth von u verschwindet. Solcher Systeme sind mir nur zwei bekannt, nämlich:

Th. Sutton's *Panoramic lens*, eine mit Wasser angefüllte Glashohlkugel mit Zentralblende, und

H. Schroeder's[1]) Kugellupe, eine von konzentrischen Flintschalen umgebene Crownglaskugel.

Letzteres System gehört natürlich nur insoweit hierher, als der äquatoriale Einschliff tief genug gebracht ist, um die Abblendung in wirksamer Weise herbeizuführen und dadurch die Annahme einer bestimmten Blendenebene zu ermöglichen.

2. Das aus zwei ähnlichen Systemen bestehende hemisymmetrische Objektiv, die Satzlinsenkombination.

Hier sind die beiden Einzelsysteme in verschiedenen Dimensionen ausgeführt und auch in diesem Verhältniss zur Blende aufgestellt, sodass wir homologe Dimensionen s des Vordergliedes aus denen s' des hinteren Systems erhalten durch

$$s = \nu s'.$$

Da nun, wie man sich leicht überzeugt, wieder wie im Falle 1 die Beziehung

$$u' = u$$

gilt, so erhalten wir wiederum

$$\frac{y'}{y} = \frac{\xi' + \delta}{\xi + \nu\delta},$$

d. h. die Verzeichnung verschwindet für das ganze Bildfeld, sobald

$$\xi = \nu \xi'$$

wird. Da auch hier wieder die Pupillen Knotenpunkte sind, so ergiebt sich der Satz: Für ein aus den beiden Systemen von den Dimensionen νs und s gebildetes hemisymmetrisches Objektiv verschwindet die Verzeichnung, sobald die Reduktionszahl $n = \nu$ wird.

Der Einfluss des Vorzeichens von δ auf die Verzeichnung bei Reduktionen $n \gtrless \nu$ lässt sich in einer der vorhergehenden durchaus analogen Weise auch in diesem Falle durchführen.

3. Das Einzelobjektiv mit Vorderblende, die Landschaftslinse.

In diesem Falle verschwindet δ völlig — die Eintrittspupille fällt mit der Vorderblende zusammen — und i wird zu u; wir erhalten demnach

$$\frac{y'}{y} = \frac{\xi' + \delta'}{\xi} \cdot \frac{tg\, u'}{tg\, u} = \frac{\xi'}{\xi} \gamma \; (1 + \omega_2 u^2 + \omega_4 u^4 + \ldots).$$

Setzen wir einmal

$$\frac{tg\, u'}{tg\, u} = \gamma - \varepsilon,$$

so ist ε wohl bei den meisten unter 3. fallenden Systemen eine positive, mit u wachsende Grösse. Benutzt man die Beziehung

$$\frac{\xi'}{\xi} \gamma = \frac{1}{n},$$

[1]) H. Schroeder, Die Elemente der photographischen Optik. Berlin, Oppenheim 1891. *S. 179.*

so ergiebt sich

$$\frac{y'}{y} = \frac{\xi' + \vartheta'}{\xi}(\gamma - \varepsilon) = \frac{1}{n}\left(1 - \frac{\varepsilon}{\gamma}\right) + \frac{\vartheta'}{\xi}(\gamma - \varepsilon)$$
$$= \frac{1}{n}\left(1 - \frac{\varepsilon}{\gamma}\right) + \frac{1}{n} \cdot \frac{\vartheta'(\gamma - \varepsilon)}{f + \frac{k}{n}}.$$

Aus dieser Form geht sofort hervor, dass der Werth von $\frac{y'}{y}$ für die Praxis mit genügender Genauigkeit dargestellt wird durch

$$\frac{y'}{y}\,\text{app.} = \frac{1}{n}\left(1 - \frac{\varepsilon}{\gamma}\right),$$

da das folgende Glied klein von höherer Ordnung wird. Wir erhalten also den mit der Erfahrung gut übereinstimmenden Satz: Landschaftslinsen haben im Allgemeinen — d. h. wenn $\varepsilon > 0$ — eine tonnenförmige Verzeichnung.

Der Werth der Vergrösserung $\bar{n}$, für welche bei der Landschaftslinse die Verzeichnung in erster Annäherung aufgehoben ist, ergiebt sich leicht aus der allgemeinen Form, wenn man beachtet, dass $e_2 = 0$ ist, zu

$$\bar{n} = -\frac{f}{k' + \gamma \frac{e_2'}{g_2}}.$$

Erwägt man, dass im Allgemeinen $\gamma \frac{e_2'}{g_2}$ gegenüber k' nur geringes Gewicht hat, und dass $\gamma = -f/k'$ ist, so lässt sich der Ausspruch rechtfertigen, dass bei der Landschaftslinse für Objekte nahe der Blende in den virtuellen Bildern die Verzeichnung in erster Annäherung aufgehoben ist.

Die Bemühungen um Aufhebung der Verzeichnung sind alt, und man glaubte die Frage durch Erfüllung der Tangentenbedingung erledigt. Die vorstehende Darlegung zeigt aber, dass die Konstanz des Tangentenverhältnisses die nothwendige und hinreichende Bedingung für Verzeichnungsfreiheit eines Linsensystems *nur dann* ist, wenn die Iris des Systems nach *beiden* Seiten hin durch das Büschel der Hauptstrahlen *aberrationsfrei* abgebildet wird. Ist diese Voraussetzung nicht erfüllt, so ist die Konstanz des Tangentenverhältnisses weder die zureichende noch die notwendige Bedingung der Verzeichnungsfreiheit.

Mit der Frage der Verzeichnungsfreiheit beschäftigten sich in letzter Zeit die Herren O. Lummer[1]) und D. Kaempfer[2]), während Herr E. Abbe in einer mündlichen Besprechung die Thatsache theoretisch begründete, dass der Grad der Verzeichnung auch beim symmetrischen Objektive im Allgemeinen von der Objektentfernung abhängt, und nur für $\bar{n} = 1$ stets Verzeichnungsfreiheit vorhanden ist. Er gab damit auch die Anregung zu der vorstehenden Untersuchung. Eine eingehende Darstellung der Entwickelung der Ansichten über die Distortion hoffe ich in nächster Zeit erscheinen zu lassen.

---

[1]) In den beiden, diesem vorangehenden Heften dieser Zeitschrift und gelegentlich der Neuauflage und Bearbeitung des 2. Bandes von Müller-Pouillet's Physik.

[2]) *a. a. O.*

Zur Geschichte der Distanzmessung.

Von

E. Hammer.

Als weitern Nachtrag zu meiner Notiz in *dieser Zeitschr.* ***12.*** *S. 155. 1892* möchte ich noch mittheilen, dass schon etwas vor Green das Prinzip des heute wichtigsten Distanzmessers, des Okularfadendistanzmessers mit konstantem Fadenabstand und demnach veränderlichem Lattenabschnitt, von James Watt, dem Dampfmaschinenbauer, *praktisch benutzt* worden war. In der Biographie Watt's, „*Life of James Watt*“ von James Patrick Muirhead (neue Ausgabe 1859, 3 Bände) findet sich eine Notiz von Watt selbst über diese seine Erfindung, nach der er schon im Jahre 1771 bei den Vorarbeiten für den Tarbert- und den Crinan-Kanal die optische Distanzmessung nach dem angedeuteten Prinzip praktisch verwendet hat. (Ich bin auf diese Notiz aufmerksam gemacht worden durch die Schrift: van Ornum, *Topographical Surveys, their methods and value.* Madison, Wisconsin 1896, wo sie sich *S. 354 bis 357* abgedruckt findet; ich gebe sie hier in Uebersetzung.)

„Dieses Instrument wurde etwa 1770 oder 1771 hergestellt. Jedenfalls erinnere ich mich, es für die Aufnahmen zum Crinan- und Gilp- und zum Tarbert-Kanal benutzt zu haben, ebenso zu den Vorarbeiten zu dem Kanal von Inverness zum Fort William, jetzt der Caledonische Kanal genannt. Die erste Messung wurde im Jahre 1772 ausgeführt[1]), die zweite im Jahre 1773; im Jahre 1772 habe ich das Instrument Herrn Smeaton vorgezeigt.

„Mein Fernrohr hatte ein Objektiv von 12 und ein Okular von $1^1/_2$ Zoll Brennweite, demnach 8-fache Vergrösserung. Im Fokus des Okulars waren zwei horizontale und ein vertikaler Faden befestigt; die beiden ersten waren etwa $^1/_{10}$ Zoll von einander entfernt, so gut als möglich parallel und senkrecht zum dritten Faden. Auf der Latte war eine runde, weisse Scheibe von etwa 8 Zoll Durchmesser und mit einer 1 Zoll starken rothen horizontalen Linie durch die Mitte, ungefähr einen Fuss über dem untern Lattenende befestigt; eine zweite ähnliche Scheibe konnte an der Latte auf- und abbewegt und so eingewiesen werden, dass die zwei Horizontalfäden des Fernrohrs mit den rothen Linien der beiden Lattenscheiben übereinstimmten, während der vertikale Faden parallel zur Längsrichtung der Latte gestellt worden war. Wenn diese Stellung der obern Scheibe bei 20 *chains*[2]) Entfernung der Latte auf ebenem Grund und Boden erreicht war, so wurde, nach Feststellung der obern Scheibe, der Abstand zwischen den beiden Scheiben in 20 gleiche Theile, je 1 *chain* entsprechend, zerlegt; bei meinem Instrument war ein solcher Theil auf der Latte $4^1/_2$ Zoll lang. Für Entfernungen über 5 *chains* war diese Theilung in gleiche Theile hinreichend genau, für kürzere Strecken aber nicht. Es wurden deshalb in Entfernungen von je 1 *chain* Pflöcke geschlagen, auf ihnen die Latte aufgesetzt und so die entsprechenden Striche gezogen, was sich auch mit Rücksicht auf die mit veränderter Entfernung veränderliche Fernrohrlänge empfiehlt.

„Da an den Theilstrichen der Latte die ihnen entsprechende Entfernung in *chains* angeschrieben wurde, so war, um eine gewünschte Entfernung zu finden, nur ein Messgehülfe mit der Latte in den Endpunkt dieser Strecke zu schicken und durch Zeichen, die ihm gegeben wurden, die obere Scheibe so einzuweisen, dass, während der untere Faden den rothen Strich der untern Scheibe deckte, dies auch bei der

[1]) Nach Muirhead ein Jahr früher, das genannte Jahr ist nach ihm das des *Berichts* über diese Messung. Anm. des Uebers.

[2]) 1 *chain* = 66 *feet* = 20,1166 *m.* Anm. des Uebers.

obern Scheibe für den obern Faden der Fall war; sodann konnte an der Lattentheilung die Entfernung abgelesen werden. Ich fand, dass die Entfernung auf weniger als $^1/_{100}$ ihres Betrages genau erhalten werden konnte und bin überzeugt, dass sie mit stärker vergrösserndem Fernrohr entsprechend genauer gefunden werden könnte. Die gewöhnlich von mir benutzte Latte war 12 Fuss lang und ich konnte also damit 30 *chains* messen, ein Verlängerungsstück auf der Latte gestattete auch die Messung noch grösserer Entfernungen; für noch grössere Strecken spannte ich ein Messband horizontal aus, drehte das Teleskop um seine Achse, sodass der vorhin vertikal stehende Faden parallel zu dem Messband zu liegen kam, und befestigte nun eine Zielmarke am einen Ende des Messbands, während eine zweite so weit dem Band entlang verschoben wurde, dass der Abstand der beiden Marken genau zwischen die zwei nun vertikal stehenden Fäden passte. Mass man dann diese Messbandstrecke mit Hülfe der Latte (in Lattentheilen) ab, so erhielt man ebenfalls wieder die Entfernung. Jedoch wurde von diesem Verfahren selten Gebrauch gemacht, da die zu messenden Enfernungen selten über $^1/_2$ *mile*[1]) oder 40 *chains* hinausgingen.

„Es ist klar, dass dieses Instrument den Vortheil besitzt, alle Entfernungen mit derselben Genauigkeit zu messen, so lange nicht bei grossen Entfernungen die Unvollkommenheit der Zielung hinderlich wird, weil die Skalenlänge, an der die Entfernung abgelesen wird, in demselben Maasse wie die Entfernung wächst; auf unebenem Boden ist das Verfahren genauer als die Kettenmessung, und es ist sehr werthvoll zur Messung von Entfernungen zwischen zwei Anhöhen oder über Wasserflächen hinweg, wo man die Kette nicht gebrauchen kann. Das habe ich bei meinen Messungen am westlichen Loch Tarbert erfahren, dessen Nordufer stark zerschnitten und so felsig ist, dass man daselbst nur selten einige Ketten in gerader Linie messen kann.

„Ich zeigte mein Instrument damals allen Bekannten, unter andern, wie schon erwähnt, Herrn Smeaton; und ich gebrauchte es auch überall öffentlich bei meinen Messungen, sodass Viele Kenntniss davon erhielten, obgleich ich nichts darüber veröffentlicht habe. Einem Herrn Green ist von der *Society of Arts* 1778 für dieselbe Erfindung ein Preis zuerkannt worden, wie mir Herr Smeaton mittheilte, der auch die Gesellschaft von meinen Ansprüchen unterrichtete; ich benachrichtigte auch das Comité davon, was ich in dieser Sache gethan hatte und zu welcher Zeit. Trotzdem gab die Gesellschaft Herrn Green den Preis, dessen Erfindung oder Anwendung der Methode doch später als die meinige war; vielleicht weil er ein Instrument mit stärkerer Fernrohrvergrösserung (nämlich 40) angewandt hat und grössere Entfernungen messen konnte, wie mir gesagt wurde, auch mit grösserer Genauigkeit. Ich reklamirte nicht weiter, da ich augenscheinlich bei dieser Gesellschaft doch nicht zu meinem Recht gekommen wäre; und da ich den Federkrieg verabscheue, so verwandte ich mich auch sonst nirgends, obgleich damals genug Leute die Berechtigung meiner Ansprüche hätten bestätigen können."

Zu dieser eigenen Mittheilung des grossen Ingenieurs ist irgend ein Kommentar überflüssig. Interesse wird, ausser der Thatsache, dass Watt mehrere Jahre vor Green den Fadendistanzmesser benutzte, besonders die Genauigkeitsangabe finden, ferner der Umstand, dass Watt auch bereits das Prinzip der Horizontallatte aufstellte (sein horizontales Messband), das neuerdings wieder so vielfach versucht wurde und wird (Euthymeter u. s. f.).

[1]) 1 englische Land-Meile = 80 *chains* = 1609 *m* rund (40 *chains* genauer = 804,66 *m*).
Anm. des Uebers.

Referate.

Vorschläge für die Aufstellung von Spiegelteleskopen.

Von F. L. O. Wadsworth. *Astrophys. Journ.* **5.** *S. 132. 1897.*

Da bei Anwendung des Coelostaten und Siderostaten zu astrophysikalischen Untersuchungen eine viel grössere spiegelnde Fläche nöthig ist, wie bei einem direkt auf das Objekt gerichteten Teleskop und ausserdem bei dem schiefen Einfall der Strahlen viel Licht verloren geht, so hat man immer wieder auf die parallaktische Aufstellung zurückgegriffen, wie bequem es auch ist, wenn die Lichtstrahlen immer in derselben Richtung in den Spektralapparat kommen. Diesen letzteren Vorzug in Verbindung mit der parallaktischen Aufstellung zeigt unter den Refraktoren bekanntlich das Loewy'sche gebrochene Aequatoreal (*coudé*), wo der Lichtstrahl stets in der Richtung der Polarachse in das Auge des Beobachters kommt. Der verstorbene A. C. Ranyard war, wie Verf. uns berichtet, bemüht, eine ähnliche Aufstellung auch für das Spiegelteleskop zu ersinnen, damit der Beobachter statt in einer offenen Kuppel in einem geschlossenen Raum, bei konstanter Temperatur und Luftfeuchtigkeit arbeiten könnte, was z. B. bei spektrobolometrischen Untersuchungen, zumal bei Benutzung eines Steinsalzprismas, ein Haupterforderniss ist.

Sehr interessant ist die vom Verf. gemachte Bemerkung, dass Ranyard, um die Kuppel zu vermeiden, das Teleskop mit einem konzentrischen Tubus umgeben wollte, der sich mit dem Fernrohr bewegen sollte, ohne direkt mit ihm verbunden zu sein, eine Idee, die bekanntlich bei dem Riesenfernrohr auf der vorjährigen Berliner Gewerbeausstellung ausgeführt war. Die Aufstellung sollte die englische sein. Das Fernrohr sollte in einer Gabel hängen, welche mit ihren oben und unten geschlossenen Enden auf dem Pfeiler aufläge und die Richtung der Polarachse hätte. Die Deklinationsachse für das Mantelrohr sollte die Deklinationsachse für das eigentliche Fernrohr konzentrisch umschliessen. Freilich hätte mit dem Fernrohr nicht der ganze Himmel bestrichen werden können, da es hierbei an den Pfeiler gestossen wäre.

Ein auf den grossen Spiegel fallender Lichtstrahl wurde nach dem Ranyard'schen Projekt wie bei dem Cassegrain'schen Fernrohr auf einen kleinen konvexen Spiegel geworfen und von diesem, statt wie bei dem letztgenannten Typus in eine konzentrische Oeffnung des grossen Spiegels, auf einen kleinen, im Durchschnitt der Polarachse und Deklinationsachse liegenden Planspiegel, der ihn in der Richtung der mit einer Höhlung versehenen Polarachse reflektirte. Durch eine automatisch wirkende Vorrichtung sollte dieser kleine Planspiegel, wenn das Fernrohr in Deklination bewegt würde, sich um den halben Winkel bewegen. Die verschiedenen Schlüssel zur Klemmung und Feinbewegung sollten durch die hohle Polarachse seitlich vom Strahlenkegel hindurchgeführt sein.

Um die unvollständige Beweglichkeit des Fernrohres zu vermeiden, schlägt Verf. vor, das Fernrohr in eine offene starke Gabel am oberen Ende der Polarachse zu hängen und die Lichtstrahlen durch die hohle Polarachse nach unten statt nach oben werfen zu lassen. Der kleine Planspiegel kann hierbei entweder im Fernrohrtubus wie beim Ranyard'schen Projekt oder hinter demselben sitzen, in welch' letzterem Falle der grosse Spiegel wie beim Cassegrain'schen Fernrohr eine zentrale Oeffnung haben muss, durch welche die vom kleinen Konvexspiegel reflektirten Strahlen fallen, bevor sie von dem kleinen Planspiegel in die Polarachse geworfen werden.

Bei all diesen in Vorschlag gebrachten Aufstellungsarten treffen aber für gewisse Stellungen des Fernrohres die Strahlen sehr schräg auf den kleinen Planspiegel, sodass dieser unter Umständen durch einen grösseren ersetzt werden muss, wenn nicht etwa noch bedeutendere Aenderungen sich nöthig machen. Verf. erörtert daher noch einen Vorschlag, bei dem allerdings dieser Uebelstand behoben ist, freilich aber noch ein zweiter Planspiegel gebraucht wird.

Das Fernrohr befindet sich hier wiederum am oberen Ende der Polarachse, aber nicht in ihrer direkten Verlängerung, sondern seitlich, wie bei der deutschen Aequatoreal-Auf-

stellung, und ist durch ein Gegengewicht am andern Ende der Deklinationsachse ausbalancirt. Die Strahlen, welche auf den grossen Spiegel fallen, werden nach dem kleinen konvexen Spiegel am offenen Rohrende reflektirt, von diesem nach dem ersten kleinen Planspiegel, der sich in der Deklinationsachse, unter 45° gegen dieselbe geneigt, befindet, und von diesem nach dem zweiten, ihm parallel gerichteten kleinen Planspiegel am oberen Ende der Polarachse, der sie durch die letztere nach unten wirft. Die beiden kleinen Planspiegel spielen dieselbe Rolle wie die beiden Spiegel im Loewy'schen gebrochenen Aequatoreal.

Aus Gründen der Sparsamkeit empfiehlt Verf., dieselbe parallaktische Montirung für mehrere optische Instrumente zu verwenden, 1. für einen nach der letztangegebenen Art aufgestellten Reflektor, nur dass die Strahlen zuletzt in der Richtung der Polarachse nach oben reflektirt werden sollen, 2. für einen am unteren Ende der Polarachse in einer Gabel befindlichen Polar-Heliostaten, dessen Achse in der Polarachse steckt und mit dieser rotirt, und der die auffallenden Strahlen in der Richtung dieser Achse nach unten reflektirt, 3. für einen Coelostaten, der in der Mitte der an dieser Stelle frei liegenden Polarachse auf einer dieselbe umgebenden Büchse sitzt und, während diese Büchse, was sich leicht erreichen lässt, mit der halben Geschwindigkeit der durch sie hindurchgehenden Polarachse rotirt, die auffallenden Strahlen horizontal immer nach derselben Richtung zurückwirft.

Ein Spiegel von 150 *cm* Durchmesser, welchen Ritchey im optischen Laboratorium der Yerkes-Sternwarte anfertigen will, soll eine der vom Verf. besprochenen neuen Aufstellungsarten erhalten. *Kn.*

Ueber die Vorzüge der Reflektoren über die Refraktoren von grossen Dimensionen bei astrophysikalischen Untersuchungen.

Von George E. Hale. *Astrophys. Journ. 5. S. 119. 1897.*

Die relativen Vorzüge der Reflektoren und Refraktoren sind schon oft gegen einander abgeschätzt worden. Für direkte Beobachtung sind, zur Zeit wenigstens, die Refraktoren wegen der grösseren Schärfe der Bilder den Reflektoren überlegen. Bei den Reflektoren hat man bisher nicht jene Schärfe der Bilder erreicht, hauptsächlich wohl wegen der Biegung des Spiegels durch die Schwere und wegen seiner ungleichförmigen Ausdehnung durch die Temperatur. Jenem Uebelstand müsste durch eine grössere Dicke des Spiegels im Verhältniss zur Flächenausdehnung und durch eine bessere Unterstützung abzuhelfen gesucht werden, diesem durch Herstellung einer homogenen Glasmasse, die wie auf der Vorderfläche so auch auf der Rückfläche zu poliren und zu versilbern wäre.

Bei den astrophysikalischen Untersuchungen ist meist eine sehr grosse Schärfe des Bildes nicht nothwendig. Das Zittern eines Sternbildchens auf dem Spalt infolge der Unruhe der Atmosphäre ist so bedeutend, dass ein etwaiger Rest sphärischer Aberration dagegen nicht in Betracht kommt. Für die Schärfe einer Spektrallinie kommt es überdies nur auf die Breite des Spaltes an, wenn diese einmal kleiner ist als der Durchmesser des durch die Luftunruhe vergrösserten Sternscheibchens.

Insbesondere sind es aber nach dem Verf. folgende Vorzüge, die einen Reflektor für einen Astrophysiker zu dem vollkommeneren Instrument machen.

In erster Linie ist hier die vollkommene Strahlenvereinigung hervorzuheben. Beim 36-zölligen Refraktor der Lick-Sternwarte liegen die Brennpunkte für D_2 und H_β nicht weniger als 81,5 *mm* auseinander, und bei dem 40-zölligen Yerkes-Refraktor musste auf eine Verschiebbarkeit des Kollimatorspaltes um 150 *mm* Bedacht genommen werden. Will man ein Objekt wie die Sonnenprotuberanzen im Licht verschiedener Wellenlängen sehen, so muss immer erst eine neue Fokusirung erfolgen. Die Untersuchung eines Sternspektrums, insbesondere die Vergleichung der Intensitäten von Absorptionslinien, ist wegen der fortwährenden Neueinstellungen mit grosser Umständlichkeit und Schwierigkeit verknüpft. In verschiedenfarbigem Licht erscheinen die Objekte in einem Refraktor in verschiedener Vergrösserung, sodass z. B. Photographien der Sonnenkorona, die im Licht von verschiedener Wellenlänge gemacht sind, vor ihrer Vergleichung erst auf eine gemeinsame Skale reduzirt

werden müssen. Bei Bestimmung der Farbe eines Sternes im Refraktor führt die chromatische Aberration leicht zu einem falschen Urtheil. Bei Arbeiten mit dem Bolometer, Radiomikrometer und der Thermosäule ist ein einheitlicher Brennpunkt für sämmtliche Strahlen unerlässlich. Ein Reflektor kann ohne jede Umänderung sowohl für direkte Beobachtung wie zur Photographie benutzt werden, beim Refraktor muss bekanntlich entweder die eine Linse durch eine andere vertauscht oder umgedreht werden, oder es muss noch eine dritte hinzugenommen werden, sei es vor das Objektiv oder in den Strahlenkegel.

Bezüglich der optischen Kraft ist bei mässigen Dimensionen ein Refraktor allerdings einem Reflektor von gleichem Durchmesser überlegen. Nimmt man wenigstens mit dem Verf. das Objektiv von der Farblosigkeit und Durchsichtigkeit an, wie die aus dem Jenaer Glastechnischen Laboratorium stammenden Gläser für das neue Potsdamer 80 *cm*-Objektiv, so ist bis zu 87 *cm* Durchmesser ein Objektiv, dessen Dicke zu $1/_6$ bis $1/_7$ seines Durchmessers angenommen ist, einem Spiegel sowohl im Bereich der sichtbaren wie der photographischen Strahlen überlegen, das Objektiv lässt einen grösseren Prozentsatz von Strahlen hindurchfallen, als der Spiegel reflektirt. Von 87 bis 134 *cm* Durchmesser hat der Reflektor hinsichtlich der sichtbaren Strahlen den Vorzug grösserer optischer Kraft, bei noch grösserem Durchmesser auch hinsichtlich der photographischen Strahlen. Setzt man weniger vortreffliche Gläser voraus, so ändert sich das Urtheil natürlich zu Gunsten des Reflektors. So fand Robinson vor mehreren Jahren, dass schon von 90 *cm* Oeffnung ab der Reflektor auch für die chemisch wirksamen Strahlen dem Refraktor vorzuziehen sei. Im Gebiet der ultrarothen Strahlen ist der Reflektor allein zu brauchen, denn gerade diese Strahlen werden von ihm sehr vollkommen zurückgeworfen, während ein Objektiv sie sehr stark absorbirt.

Bei der Vergleichung von Objektiv und Spiegel von gleichem Durchmesser darf man nicht vergessen, dass ein Spiegel viel leichter und etwa für den 25. Theil der Kosten herzustellen ist wie ein Objektiv, und zweifellos ist man viel grössere Spiegel als Objektive herzustellen im Stande. Die grössten Objektive, welche in letzter Zeit geschliffen worden sind, haben etwa 100 *cm* Durchmesser, der im Jahr 1845 vollendete Spiegel des Lord Rosse 180 *cm*.

Auch für die Fälle, wo kurze Brennweite bei grosser Oeffnung gebraucht wird, wie z. B. bei der Sternphotographie, zeigt sich ein Reflektor geeigneter als ein Refraktor, denn ein zweilinsiges Objektiv wird gewöhnlich nicht in einem grösseren Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite als $1/_{14}$ hergestellt, $1/_8$ würde sicher die Grenze der Herstellbarkeit überhaupt sein, während bei Spiegeln selbst das Verhältniss $1/_4$ noch vorkommt. Allerdings ist das Gesichtsfeld dann ein sehr beschränktes. Beim photographischen Doublet, welches von diesem Fehler frei ist, kommen natürlich, wenn man es in grossen Dimensionen ausführen will, die Nachtheile der Refraktoren in erhöhtem Maasse zur Erscheinung. *Kn.*

Betrachtungen über Seismographen.

Von G. Vicentini und G. Pacher. *Atti del R. Istit. Veneto di scienze* (7). **7.** *S. 385. 1895/96.*

Ueber Apparate zum Studium der Schwankungen des Erdbodens.

Von G. Vicentini. *Ebenda* (7). **8.** *S. 207. 1896/97.*

Bei verschiedenen Gelegenheiten hat es sich gezeigt, dass die guten Seismographen, mit langen Pendeln und schweren Massen, wie solche z. B. in Rom und in Rocca di Papa aufgestellt sind, jene Bewegungen unvollständig registriren, welche von entfernten Epizentren stammen, und zwar bleibt immer der den rascheren Vibrationen der Erdkruste entsprechende Theil der Bewegung unverzeichnet. Dagegen sind Vicentini und Pacher der Ansicht, dass die Mikroseismographen vollständigere Daten liefern und, nachdem sie diese ihre Ansicht begründen, geben sie in der ersten der angezeigten Mittheilungen die Verbesserungen bekannt, welche sie an einem solchen in Padua installirten Apparat angebracht haben. Diese bestehen in der Verlängerung des Pendels bis auf 3,36 *m* und in der Vermehrung der Abwickelungsgeschwindigkeit der Registrirtrommel, die auf 15 *mm* in der

Minute gebracht wurde. Das so verbesserte Instrument erwies sich jedoch noch immer als praktisch unvollständig, indem die Zusammenstellung der zwei verzeichneten Komponenten zur wirklichen Bewegung grosse Mühe und Zeitverlust verursachte. Man musste die erhaltenen Kurven photographisch vergrössern und dadurch entstanden Unsicherheiten, welche zum Schlusse führten, dass, wenn die Apparate, welche zwei Horizontalkomponenten der Bewegung verzeichnen, die Zeiten der verschiedenen Bewegungsphasen genau angeben, sie sich anderseits nicht dazu eignen, ein gutes Bild der Arten der Bewegung der Erdkruste zu liefern. Daraus entsteht die Nothwendigkeit, nebst dem Apparat mit zwei Komponenten noch einen solchen zu verwenden, der die unzerlegte Bewegung der Pendelmasse und der Erdkruste angiebt.

Um die Bewegung der Pendelmasse vergrössert zu erhalten, wenden die Verfasser einen Pantographen aus Aluminium an, der den Schreibapparat des Mikroseismographen ersetzt.

In der zweiten Abhandlung erörtert Vicentini die Nothwendigkeit, sich über die Wahl der Instrumente, behufs Gewinnung vergleichbarer Resultate, zu einigen.

Zu diesem Zwecke untersucht er die Verzeichnungen mehrerer Instrumente, die gelegentlich verschiedener Erdbeben gewonnen wurden, und formulirt dann folgende präzise Schlussfolgerungen:

1. Der Mikroseismograph mit kurzem Pendel (1,50 *m*) eignet sich vorzüglich für die eingehende Untersuchung von Undulationen, die auch während einer einzigen seismischen Bewegung sehr verschiedene Perioden aufweisen. Solche Apparate geben oft Bewegungen von sehr entfernten Epizentren an, welche von den Apparaten mit sehr langen Pendeln nicht gefühlt werden.

2. Kurze Pendel geben sehr markirte Diagramme, die bei langen Pendeln fehlen.

3. Da die Bewegungen der ersten Phase eines Erdbebens von sehr weitem Epizentrum die rascheren sind, so bleibt deren Registrirung bei langen Pendeln oft aus, bei Mikroseismographen niemals.

4. Die Angaben der Mikroseismographen in Siena und Padua haben sich als sehr gut vergleichbar erwiesen, was bei anderen Apparaten nicht der Fall ist.

5. Die Mikroseismographen eignen sich sehr gut für das Studium der sehr langsamen periodischen Bewegungen.

6. Sehr lange Pendel empfehlen sich dort, wo die nöthige Stabilität der Aufstellung gesichert ist.

7. Die Angaben von sehr langen Pendeln erscheinen wegen der grossen Reibung und der Tendenz, eine eigene Bewegung nach erfolgtem Stosse anzunehmen, manchmal unwahrscheinlich. *E. G.*

Apparat zur Veranschaulichung der Entstehung der Passate.

Von Hans Hartl. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* **10.** *S. 124. 1897.*

Mit der Achse *A* (Fig. 1), die in die Schwungmaschine eingesetzt wird, ist das Metallstück *a* fest verbunden, an dem der Kegelmantel *K* aus Blech angelöthet und der messingene Träger *t* der selbstthätigen Tropfvorrichtung befestigt ist. Diese besteht aus dem Glasröhrchen *g*, das unten durch ein mit einem feinen Ausflussröhrchen versehenes Stöpselventil *v* verschlossen ist, dessen Kegel mittels des Scharniers *r* an einem kleinen bei *o* drehbaren Winkelhebel hängt. Das genau zentrirte Glasröhrchen *g* wird mit einer alkoholischen Eosinlösung gefüllt. Der lothrechte Arm des Winkelhebels trägt die verstellbare Messingkugel *m*. Beim Drehen der Schwungmaschine wird durch die Einwirkung der Fliehkraft das Stöpselventil *v* geöffnet, die Flüssigkeit tropft auf die Spitze des Kegels und fliesst, wenn nach rechts gedreht wird, in der durch die punktirte Linie angedeuteten Bahn nach abwärts, die der Richtung der Passate auf der nördlichen Halbkugel entspricht. Es ist ungünstig, statt des Kegels einen sphäroïdischen Körper zu benutzen. Gegen die umherspritzende Flüssigkeit schützt der Glaszylinder *C*, der in der ringförmigen Blechrinne *R* steht. Diese ist auf dem gusseisernen

Arme B befestigt, der mittels des Schraubenbolzens b und der Flügelschraube s an dem Gestelle G der Schwungmaschine festgeschraubt ist. Preis des Apparates mit selbstthätiger Tropfvorrichtung 31 M., mit einfachem, vom Glaszylinder an einem Metallbügel getragenem Tropftrichter 11,50 M. Vollständige Schutzvorrichtung 8,50 M.

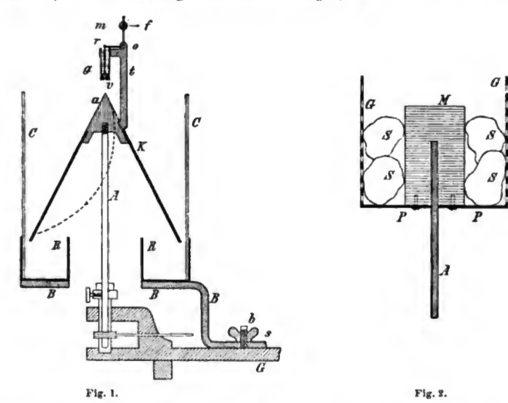


Fig. 1. Fig. 2.

Der Glaszylinder C wird mit Vortheil auch für das in Fig. 2 dargestellte Zentrifugenmodell benutzt, das an Stelle des Kegels in die Schwungmaschine eingesetzt werden kann. Die Trommel hat einen festen Boden P und eine Wand aus durchlochtem Zinkblech. Der Zylinder M und die Achse A, die in die Schwungmaschine eingesetzt wird, sind in der Grundplatte befestigt. In den Hohlraum zwischen M und G werden nun Badeschwämme S gebracht. Beim raschen Drehen der Trommel wird das Wasser aus den Schwämmen heraus gegen den ruhenden Schutzzylinder C geschleudert, aus dem es in die Blechrinne R herabfliesst. Preis des Zentrifugenmodelles 8 M. Die Apparate werden von dem Mechaniker Jul. Antusch in Reichenberg angefertigt. *H. H.-M.*

Ein neuer registrirender Regenmesser.

Von G. Hellmann. *Meteorolog. Zeitschr.* **14.** *S. 41. 1897.*

Bei der Konstruktion dieses Regenmessers waren die leitenden Gesichtspunkte Einfachheit und sicheres Arbeiten. Die Registrirung beschränkt sich auf flüssige Niederschläge, da es unmöglich scheint, Regen und Schnee in gleich sicherer Weise aufzuzeichnen. Besonderes Gewicht wurde darauf gelegt, starke Regenfälle in kurzer Zeit genau zu verzeichnen. Das Stundenintervall auf dem Registrirstreifen ist deshalb ziemlich gross gewählt (15,9 *mm*); die Vergrösserung der gefallenen Regenmenge ist etwa 8-fach.

Aus dem Auffanggefäss von 200 *qcm* Oberfläche fliesst das Regenwasser in ein zylindrisches Messinggefäss mit Schwimmer, an dessen Achse ein Hebelarm mit Schreibfeder sitzt. Die Bewegung des Schwimmers wird durch die Schreibfeder auf einer Trommel mit 24-stündiger Umlaufszeit aufgezeichnet. Ist eine Regenhöhe von 10 *mm* erreicht, so entleert sich die in dem Messinggefäss angesammelte Wassermenge durch einen seitlich angebrachten Glasheber in eine Kanne, und der Schreibstift geht auf Null zurück.

Der Apparat, von R. Fuess in Steglitz konstruirt, kostet 150 M. und ist somit der billigste selbstregistrirende Regenmesser. *Sg.*

Die neueren Projektionsapparate von R. Fuess. — Neue Spektrometer. — Ueber Universalgoniometer und Krystallrefraktometer.

(Mittheilungen aus der R. Fuess'schen Werkstätte in Steglitz bei Berlin. Von C. Leiss.)

Bei den neueren Projektionsapparaten von R. Fuess, die sich nach der vorliegenden Mittheilung durch eine ungemein vielseitige Verwendbarkeit auszeichnen, kann als Lichtquelle das Leuchtgas-Sauerstoffgebläse mit Zirkonplättchen oder Kalkstift oder auch das elektrische Bogenlicht benutzt werden. Das Kondensatorsystem besteht nicht, wie sonst vielfach noch üblich, aus 2, sondern aus 3 Linsen, von denen die eine gegebenen Falles leicht vollständig entfernt oder auch durch eine andere ersetzt werden kann. Auf der optischen Bank gleiten 6 mit Zahntrieb verstellbare Träger, welche das aus 2 Linsen bestehende Projektionssystem, die zu projizirenden Objekte, Nicols u. s. w. aufnehmen. Aus der grossen Anzahl von Versuchen, welche mit dem Apparate leicht auszuführen sind, mögen folgende hervorgehoben werden: Nachweis der Doppelbrechung und Polarisation des Lichtes durch den Kalkspath, Demonstration der Interferenzerscheinungen an Platten und Keilen aus einfachen Krystallen, Krystallzwillingen u. s. w., Nachweis der Wirkung des einseitigen Druckes auf Parallelepipede aus einfach brechenden und doppeltbrechenden Körpern, Versuche über das optische Drehungsvermögen krystallisirter Körper, Vorführung der Interferenzerscheinungen bei Platten aus ein- und zweiachsigen Krystallen in konvergentem Lichte, Messung des Krystallachsenwinkels mit Hülfe des Linsensystems von W. G. Adams und Nachweis der Aenderung des Achsenwinkels mit der Temperatur mittels einer kleinen Erhitzungsvorrichtung u. s. w.

Bei der Verwendung des Apparats als Mikroskop stehen auch die meisten mit den gewöhnlichen Arbeitsmikroskopen verbundenen Nebenapparate zur Verfügung. Das Mikroskop kann nicht nur in horizontaler, sondern mit Hülfe zweier total reflektirender Prismen auch in vertikaler Lage benutzt werden. Das Projektionsmikroskop lässt sich auch ohne Weiteres zu mikrophotographischen Aufnahmen verwenden, da jede mikrophotographische Kamera in Verbindung mit dem Mikroskop des Apparats gebracht werden kann.

Für den Gebrauch als Skioptikon ist der Apparat insofern verbessert, als der Diapositivträger zwei Photogramme aufnimmt, was die Auswechselung des einen Bildes gegen ein neues schon während der Projektion des anderen ermöglicht.

Endlich verdient noch die Verwendung des Apparates als Megaskop zur Projektion undurchsichtiger Gegenstände, wie Photographien, Gesteinstücke u. s. w. Erwähnung. Um eine hierfür hinreichende Beleuchtung des Objekts auf der der Lichtquelle entgegengesetzten Seite zu erzielen, werden die Lichtstrahlen durch drei Paare von unter 45° geneigten Spiegeln um den Körper herum und zurück auf dessen Oberfläche gelenkt. Das Megaskop gestattet bei grösstmöglicher Lichtstärke in 3 *m* Entfernung eine 15- bis 18-fache Vergrösserung, welche für die ohnehin schon grossen Objekte völlig ausreicht.

Die beschriebenen Spektrometer sind mit allen für Präzisionsmessungen nothwendigen Einrichtungen versehen. Der feingearbeitete Spalt kann bis auf 0,01 *mm* verengert werden, ohne Unregelmässigkeiten zu zeigen; die Grösse der Spaltöffnung wird direkt durch eine Theilung an der Trommel der Spaltschraube angegeben. Der in 10′ getheilte Kreis ist um seine Achse drehbar; die Ablesungen mit Nonien oder mittels des Hensoldt'schen Skalenmikroskops ergeben 10″ bezw. 6″; Schraubenmikrometer, die ja noch eine genauere Ablesung gestatten würden, sind nicht vorgesehen, könnten aber zweifellos bequem angebracht werden. Das Prismentischchen lässt sich leicht abnehmen und gegen eine andere Vorrichtung, z. B. einen Zentrir- oder Justirapparat für Krystallwinkelmessungen u. s. w. vertauschen.

Bei dem nach den Angaben von Czapski ausgeführten Universalgoniometer und Krystallrefraktometer (*diese Zeitschr.* **13.** *S. 1. 1893*) sitzt der Krystall, entgegen der gewöhnlichen Anordnung, auf der vertikalen Achse und das Fernrohr bewegt sich zusammen mit dem Vertikalkreis um eine horizontale Achse. Beide Kreise sind mit Lupenablesung und Nonien versehen, welche Minuten angeben; die Feineinstellung erfolgt mikrometrisch.

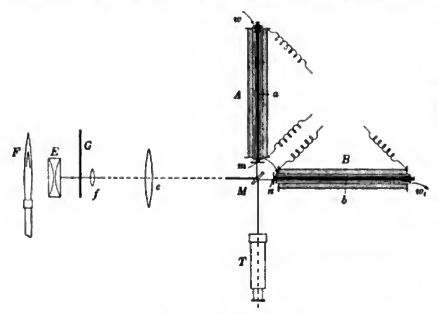
Statt des Zentrirapparats für Krystalle können auch einfache Tischchen verschiedener Grösse aufgesteckt werden. Das dem Krystall zugewendete Ende der durchbohrten Achse des Vertikalkreises trägt eine Linse, das andere ein Diaphragma, eine Einrichtung, mit Hülfe deren in raschester Weise die Einstellung des Krystalls in den Schnitt der horizontalen und der vertikalen Achse vorgenommen werden kann. Mit dem am vertikalen Theilkreise befestigten gebrochenen Fernrohr ist die Signalgebung (Methode der Autokollimation) vereinigt. Soll das Instrument als Krystallrefraktometer gebraucht werden, so wird der Krystallträger durch das Totalrefraktometer (System Abbe oder Bertrand mit halbkugelförmiger Linse) ersetzt und vor das Fernrohr eine Korrektionslinse geklemmt, welche die aus der Halbkugel konvergent austretenden Strahlen in parallelstrahlige verwandelt. Die Beleuchtung des Präparates kann durch streifend einfallendes oder von unten her durch diffuses homogenes Licht erfolgen. *Glch.*

Ueber eine Interferenzial-Induktionswaage.

Von C. Barus. *Amer. Journ. of Science* (4) **3.** *S. 107. 1897.*

Barus benutzt in seinem neuen Apparat die von Bidwell gefundene Eigenschaft der Eisenstäbe, dass sie durch Magnetisirung ihre Längsdimensionen verändern.

In zwei Spulen *A* und *B* befinden sich zwei weiche Eisenstäbe, die an den einen Enden mit den Spulen fest verbunden sind, im Uebrigen aber frei in der Achse der Spule liegen und an ihren vorderen Enden je einen kleinen Spiegel *m* und *n* tragen. Die Achsen der Spulen liegen in einer Ebene und stehen aufeinander senkrecht; in ihrem Schnittpunkt, der von den Spiegeln *m* und *n* gleiche Entfernung hat, ist unter einem Winkel von 45° eine planparallele Glasplatte *M* angebracht. Jenseit dieser Platte ist in Richtung der einen Achse eine monochromatische Lichtquelle *F* und ein System von Linsen, in Richtung der andern Achse ein Beobachtungsfernrohr aufgestellt.



Der zuletzt beschriebene optische Theil des Apparates ist das Interferenz-Refraktometer von Michelson, das er in seiner grossen Arbeit über die Auswerthung des Meter in Lichtwellenlängen beschrieben hat. Im Beobachtungsfernrohr erblickt man Interferenzstreifen, deren Lage von der Entfernung der Spiegelchen *m* und *n* vom Schnittpunkt der Achsen abhängt. Um eine Verschiebung der Streifen durch Temperaturänderungen zu verhüten, sind die Eisenkerne von engen Röhren umgeben, durch welche hintereinander Wasser geleitet wird. Sehr bequem lässt sich der Apparat justiren, wenn man die Spulen *A* und *B* auf die Arme, die Platte *M* auf das Tischchen eines Kirchhoff'schen Spektrometers montirt.

Von den Versuchen, die der Verfasser angestellt hat und die nur als vorläufige anzusehen sind, seien folgende genannt. Lässt man durch die eine oder die andere Spule Gleichstrom von verschiedenen Stärken fliessen, so kann man aus der Verschiebung der Interferenzstreifen die bereits von Joule untersuchte Verlängerung der Eisenstäbe für verschiedene Feldstärken messen. Lässt man Wechselströme derselben Periode durch beide Spulen gehen, so bleiben die Streifen sichtbar, wenn die Stromschwingungen in derselben Phase vor sich gehen; tritt eine Phasenverschiebung ein, so verschwinden die Streifen mehr oder weniger und können durch eine stroboskopische Methode wieder sichtbar gemacht werden. Eine

Phasendifferenz kann z. B. dadurch entstehen, dass die beiden Spulen hintereinander geschaltet werden und zwar durch einen Leiter, der eine grosse Kapazität besitzt, sodass die Stromwellen eine messbare Zeit gebrauchen, um von der einen Spule zur andern zu gelangen.

E. O.

Ueber die Veränderungen, die in weichen Metallen durch dauernden Zug hervorgerufen werden.

Von A. Campbell. *Engineering* **63.** *S. 468. 1897.*

Es ist eine bekannte Thatsache, dass Drähte, die durch Ausglühen weich gemacht worden sind, durch Spannen wieder gehärtet werden; dabei ändert sich ihre Dichtigkeit und ihre Leitfähigkeit.

Die Aenderungen der Dichte misst Campbell, indem er durch Wägungen jedesmal die spezifischen Gewichte bestimmt. Von grösserem Interesse sind die Messungen der Aenderung in der Leitfähigkeit. Als „Massenleitfähigkeit" definirt er die Leitfähigkeit, die auf die Einheit der Länge und Einheit der Masse des Drahtes bezogen ist. Da die Masse konstant bleibt, so genügt es, die Aenderung der Länge und des Widerstandes zu messen, um die Aenderung der Massenleitfähigkeit berechnen zu können. Untersucht wurden Drähte aus Kupfer, Eisen, Neusilber, Manganin, einer Eisennickellegirung und einer Legirung aus Blei und Zinn, wie man sie zu Abschmelz-Sicherungen benutzt. Vor den Messungen wurden die Drähte durch einen elektrischen Strom ausgeglüht. Die Widerstände der Legirungen mit geringem Temperaturkoëffizienten wurden einfach in der Wheatstone'schen Brücke gemessen. Bei den Metallen mit grossem Temperaturkoëffizienten wurden zwei gleiche Drähte nebeneinander ausgespannt, sodass sie stets annähernd dieselbe Temperatur hatten; die Drähte bildeten zwei Zweige der Wheatstone'schen Brückenkombination. Einer Dehnung wurde nur der eine von ihnen unterworfen. Die zu deformirenden Drähte wurden beiderseits an Messingklötzen befestigt, von denen der eine auf einer Grundplatte festgeschraubt war; der andere war als Schlitten vor einer Theilung beweglich, an der die Verlängerung abgelesen werden konnte. Die Dehnungen wurden langsam bis zum Zerreissen des Drahtes fortgesetzt. Die Wirkung der Dehnung zeigt sich in einer Abnahme der Massenleitfähigkeit. Kupfer kann bis zu 2 % seiner Länge verlängert werden, ohne eine Veränderung der Massenleitfähigkeit und auch der Dichte zu zeigen. Neusilber, Eisen und Eisenlegirungen zeigen eine ausserordentlich geringe Abhängigkeit der Leitfähigkeit; dagegen wird Manganin durch Dehnung in seiner Leitfähigkeit sehr stark verändert. Campbell glaubt, dass dies mit der Grund ist, dass man neugewickelte Manganinspulen erst tagelang auf eine höhere Temperatur erhitzen muss, um einen unveränderlichen Werth des Widerstandes zu erzielen[1]).

E. O.

Eine neue Form des selbstreduzirenden Tachymeters.

Von V. Reina. *Rivista di Topogr. e Catasto* **9.** *1896/97.*

Das Instrument des Verf. zur Ablesung von bereits auf den Horizont reduzirten Entfernungen auf der Latte bei schiefen Ziellinien beruht auf demselben Prinzip, wie der Apparat von Roncagli und Urbani, der von Baggi und im Grund auch der (ältere) von Tichý. Neu und eigenthümlich ist dagegen die Vorrichtung, durch die der Abstand der Distanzfäden im Okular des anallaktischen Fernrohrs im Verhältniss von $\cos^2\alpha : 1$ bei Erhebung oder Senkung des Rohres verringert wird (α Neigungswinkel der Zielung). Der Ref. möchte hier nicht weiter auf die Sache eingehen, weil der Apparat noch nicht ausgeführt ist und also erst auf Mittheilung von Probemessungen gewartet werden muss; über eine ähnliche, von mir selbst entworfene Vorrichtung, die seit zwei Jahren ausgeführt ist und sich seitdem gut bewährt hat, werde ich demnächst hier zu berichten mir gestatten.

Hammer.

[1]) Dieser letztere Schluss ist im Widerspruch mit den Untersuchungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt über das künstliche Altern von Widerstandsspulen.

Neu erschienene Bücher.

E. Wiedemann und **H. Ebert,** Physikalisches Praktikum mit besonderer Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Methoden. 3. verbesserte und vermehrte Auflage. gr. 8°. XXV, 490 S. m. 316 Holzst. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn 1897. 9,00 M.; geb. 10,00 M.

Das vorliegende Buch will seinem Programm gemäss hauptsächlich den Bedürfnissen der Anfänger überhaupt und der Studirenden der Chemie im Besonderen Rechnung tragen. Die Tendenz soll demnach eine elementarere sein, als sie in den Werken von F. Kohlrausch, Glazebrook und Shaw, Witz u. s. w. verfolgt wird. Dies hoffen die Verfasser ausser durch passende Auswahl des Stoffes und elementare Behandlung der einzelnen Aufgaben dadurch zu erreichen, dass sie neben den quantitativen Uebungen auch den qualitativen einen wesentlichen Platz einräumen, insbesondere den Praktikanten Anleitung geben, die Vorlesungsversuche zu wiederholen. Der Werth solcher Uebungen ist schon oft bezweifelt worden; sie mögen ja in vieler Hinsicht ihr Gutes haben, doch geräth namentlich der Anfänger dabei leicht in die Gefahr, die Uebungen nur als angenehme Unterhaltung zu betrachten und über Nebenerscheinungen die Hauptsache zu vergessen. Insbesondere dürften aber die Chemiker, für welche das Buch ja in erster Linie bestimmt ist, darauf am ehesten Verzicht leisten können; denn wo sie physikalische Versuche gebrauchen, handelt es sich fast ausschliesslich um quantitative Experimente.

Ihrem Vorsatze, den Bedürfnissen des Anfängers zu dienen, werden die Verfasser im weitesten Umfange gerecht. Allerdings setzen sie bei dem jungen Physiker oder Chemiker, der doch eben erst die Vorlesung über Experimentalphysik absolvirt hat, gar wenig Kenntnisse voraus. So halten sie es beispielsweise noch für nöthig, ihnen die verschiedenen galvanischen Elemente nicht nur beschreibend, sondern auch noch bildlich vorzuführen, auch die einzelnen Typen der Klemmschrauben werden noch durch eine Abbildung verständlich gemacht u. a. m. Auf alle Fälle dürfte aber doch wohl das Kapitel: „Einrichtung und Gebrauch der Logarithmentafel“ überflüssig sein; denn wer nicht mit Logarithmen zu rechnen versteht, gehört auf die Schulbank, aber nicht in ein physikalisches Praktikum.

Ueber diese kleinen Ausstellungen darf man indessen nicht vergessen, die Vorzüge des Buches hervorzuheben. Der quantitative Theil der Versuche ist ganz vorzüglich zur Darstellung gelangt. Eine ganze Reihe von Kapiteln, wie die Bestimmung der Dichte von festen, flüssigen und luftförmigen Körpern, die ganzen Abschnitte über Wärme und Optik u. a. m. sind geradezu mustergültig zu nennen. Uebrigens spricht für die Brauchbarkeit des Buches schon der Umstand, dass im Verlaufe von nur 7 Jahren bereits die dritte Auflage nöthig geworden ist. *Schl.*

E. Mascart u. **J. Joubert,** *Leçons sur l'Electricité et le Magnétisme. 2. édition, entièrement refondue par E. Mascart. Volume II: Méthode de mesure et applications.* gr. 8°. 917 S. m. 160 Fig. Paris 1897. Subskriptionspreis 12,30 M.

Das vollständ. Werk, 2 Bände, 1896—1897. 838 u. 917 S. m. 286 Fig. 37,00 M.; jeder Band einzeln 20,50 M.

R. S. Heath, *Elementary Treatise on geometrical Optics.* 2. Aufl. 8°. 246 S. m. Fig. Cambridge 1897. Geb. in Leinw. 5,30 M.

W. Jordan, Handbuch der Vermessungskunde. 2. Bd.: Feld- u. Land-Messg. 5. Aufl. in 2 Lfgn. 1. Lfg. gr. 8°. 416 S. m. Fig. Stuttgart, J. B. Metzler's Verl. 8,00 M.

S. P. Thompson, Die dynamoelektrischen Maschinen. 5. Aufl. Uebers. v. C. Grawinkel. Nach dem Tode des Uebersetzers besorgt von K. Strecker u. F. Vesper. 2 Thle. gr. 8°. VII, IX, 790 S. m. 520 Abbildgn. u. 19 Taf. Halle, W. Knapp. 24,00 M.

A. G. Webster, *The Theory of Electricity and Magnetism, being lectures on mathematical Physics.* 8°. 588 S. m. Fig. London 1897. Geb. in Leinw. 14,80 M.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktionskuratorium:

Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender, Prof. Dr. **A. Westphal**, geschäftsführendes Mitglied, Prof. Dr. **E. Abbe**, Dr. **H. Krüss**.

Redaktion: Dr. **St. Lindeck** in Charlottenburg-Berlin.

XVII. Jahrgang. **Oktober 1897.** Zehntes Heft.

Ueber einen Eikurvenzeichner.

Von

G. Rebíček in Prag.

In der Dioptrik wird bekanntlich die fundamentale Aufgabe behandelt, die von einem Zentrum O ausgehenden, homozentrischen Strahlen durch Brechung an einer Grenzfläche zwischen zwei Medien wieder *homozentrisch* in einem Punkte F zu vereinigen. Die Bedingung, an welche die Lage zweier solcher konjugirter Brennpunkte gebunden ist, besteht darin, dass die optische Weglänge für alle von O über die Grenzfläche nach F gelangenden Strahlen *konstant* ist, d. h. dass

$$r + n r_1 = R, \qquad 1)$$

worin n den relativen Brechungsexponenten beider Medien bedeutet.

Die Gleichung 1) stellt in bipolaren Koordinaten eine *Eifläche* dar. In der Zeichnungsebene erhält man als Schnitt eine *Eikurve*, aus welcher durch Rotation um die Achse OF die Eifläche als Rotationsfläche resultirt.

Es zeigt sich also, dass den Eikurven neben dem rein mathematischen Interesse auch eine grosse physikalische Bedeutung zukommt. Was die sphärischen Flächen nur in der Annäherung leisten, das bewirken die Eiflächen in voller Strenge.

Mathematisch betrachtet liefert die Gleichung 1) eine Kurve 4. Grades mit 4 arbiträren Konstanten; diese sind zunächst n, welches $\gtrless 1$ und zugleich $\gtrless 0$ sein kann — für die Physik hat allerdings nur ein positives n eine Bedeutung — ferner R und endlich auch der Abstand $OF = e$ beider Brennpunkte. Je nach der Wahl dieser Konstanten erhält man Schaaren von zusammengehörigen Eikurven mannigfachster Art, wobei besonders die *Uebergangs-Kurven* interessant sind. Als solche ergeben sich auch die Ellipse für $n = 1$ und die Hyperbel für $n = -1$. Interessant sind ferner die Uebergangs-Kurven für $R = e$. Selbstverständlich sind die Konstanten R und e an die Bedingungen geknüpft, dass

$$\left.\begin{array}{l} r + r_1 \ \geqq e \\ r - r_1 \ \leqq e \\ r + n r_1 = R \end{array}\right\}, \qquad 2)$$

sodass für gegebene Brennpunkte O und F und für bestimmt gewählte Werthe von n die Eikurven nur von einem gewissen Werthe von R an möglich sind. Es ist hier nicht der Ort, auf alle mathematisch wichtigen Einzelheiten näher einzugehen.

Im Jahrgange 1874 von *Carl's Repertorium für Experimentalphysik* beschrieb ich einen *Ellipsographen* und zwar ein Instrument, welches die Ellipse *kontinuirlich* zu zeichnen gestattet.

Es ist von grossem mechanischen Interesse, dass es möglich ist, auch für ein kontinuirliches Zeichnen der Eikurve ein Instrument, den *Eikurvenzeichner*, zu konstruiren.

Die Grundlage dieser Konstruktion bildet folgende Ueberlegung. Wir beschreiben um O einen Kreis mit dem Halbmesser $= R > e$ (Fig. 1). Bestimmt man auf dem Halbmesser OA den Punkt M so, dass

$$\frac{AM}{FM} = n \text{ oder } AM = n \cdot r_1,$$

so ist offenbar

$$r + n r_1 = R,$$

d. h. M ist ein Punkt der Eikurve.

Bei dem Ellipsographen war $n = 1$; es handelte sich also dabei um die mechanische Herstellung gleicher Strecken AM und FM; dies erreichte ich mittels eines Rhombus, in dessen Diagonale ein in der Richtung dieser Diagonale verschiebbares Lineal gelegt war. Von den beiden anderen Ecken des Rhombus war die eine, B, in F befestigt, während die andere, A, die kreisförmige Bewegung mit dem Halbmesser AO ausführte.

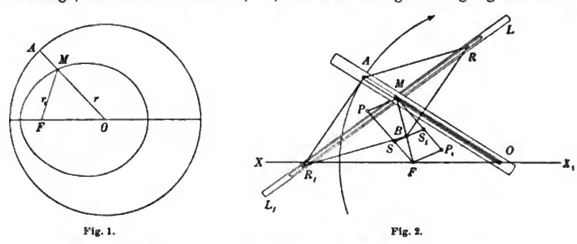


Fig. 1. Fig. 2.

Um nun das Verhältniss $\frac{AM}{FM} = n$ zu machen, muss man entweder in die Strecke AM oder in die Strecke FM ein Zwischenglied einschalten, welches dieses Verhältniss bewerkstelligt und für alle Lagen von OA konstant erhält. Dies erreicht man am besten mittels eines Parallelogrammes, welches eine zu zwei gegenüberliegenden Seiten verstellbare Schiene (ähnlich wie bei den Pantographen) besitzt. In Fig. 2 ist der Apparat schematisch dargestellt.

AO ist ein der Länge nach mit einem Schlitze versehener, um den Punkt O drehbarer Arm. Der Rhombus $ARBR_1$ trägt ein mit dem Schreibstift M fest verbundenes, sonst ebenfalls der Länge nach geschlitztes Lineal LL_1, welches in den Punkten R und R_1 des Rhombus gleiten kann. Der Punkt A entspricht dem Punkte A in Fig. 1 und ist fest in dem Arm AO angebracht. Der Punkt B des Rhombus ist nun auf der Schiene SS_1 des Parallelogramms $FPMP_1$ so angebracht, dass sich B um seine Achse drehen kann, ist jedoch unverrückbar. Dieses Parallelogramm bestimmt nun das Verhältniss $AM : FM$. Es ist nämlich

$$\frac{BM}{FB} = m,$$

daher auch

$$\frac{BM}{FB + BM} = \frac{m}{m+1} = n,$$

woraus, da $BM = AM$, folgt

$$\frac{AM}{FM} = n;$$

M ist somit ein Punkt der Eikurve. Ist n gegeben, so findet man m aus der Gleichung

$$m = \frac{n}{1-n}.$$

Hat man dann m berechnet, so stellt man am Apparat den Punkt B ein und zeichnet dann durch Bewegung des Punktes A in der Richtung des Pfeiles die Eikurve.

Nach dieser schematischen Zeichnung ist der Apparat (Fig. 3) hergestellt. Zum leichteren Verständniss möge hier noch die nachfolgende Beschreibung Platz finden.

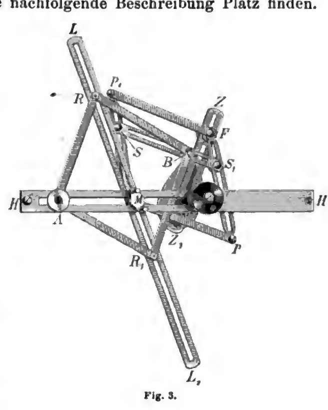


Fig. 3.

In einem messingenen Rahmen HH, welcher um die Achse CO drehbar ist, befindet sich auf der einen Seite ein Schlitz, in welchem ein Schreibstift M gleiten kann. Ferner ist in diesem Schlitze die eine Ecke A eines Rhombus $ARBR_1$ mittels einer Schraube befestigt, und es lässt sich dieser Punkt A in diesem Schlitze näher oder weiter von dem Drehpunkte O einstellen. Der Schreibstift M ragt auf beiden Seiten des Rahmens HH nach oben und unten heraus und ist in einem Lineal LL_1 befestigt, welches in den Punkten RR_1 des Rhombus $ARBR_1$ gleiten kann. Der Punkt B des Rhombus ist auf einer festen Stahlschiene SS_1 befestigt, welche auf einem zweiten Rhombus (oder auch Parallelogramm) $FPMP_1$ fest aufliegt, jedoch parallel zu den Seiten MP und FP_1 nach Bedarf eingestellt werden kann. Die Abbildung entspricht dem Fall, dass der Schreibstift sich vom Scheitelpunkte der Eikurve ein Stück entfernt hat. Man sieht da den Schreibstift M den Scheitelpunkt eines Winkels AMF bilden, in welchem die beiden Schenkel AM und MF immer in einem konstanten Verhältniss zu einander bleiben. Der Punkt F ist auf einer Stahlschiene ZZ_1 befestigt und ebenfalls verstellbar. Diese Schiene ruht fest auf einem kleinen eikurvenförmigen Metallstück, welches zugleich den Fuss des Instrumentes bildet. Ist der Schreibstift M in dem einen oder anderen Scheitelpunkte, so ist die Schiene ZZ_1 parallel zu dem geschlitzten Rahmen HH und sind dann diese beiden senkrecht zum Lineal LL_1. Dieses Lineal zeigt immer die Richtung der Tangente zu dem Kurvenpunkte M. Der beschriebene Apparat entspricht dem Falle $n > 1$.

Selbstverständlich lässt sich auch für den reziproken Werth

$$n' = \frac{1}{n} < 1$$

ein analoger Apparat herstellen.

Mathematisch interessante Beziehungen ergeben sich einestheils für Eikurven, bei denen die Konstanten n reziprok, anderntheils für Eikurven, bei denen die Konstanten gleich und entgegengesetzt sind. Für $R = e$ resultiren dann ebenso wie für $n = \frac{e}{R}$ Uebergangskurven. Fig. 4 zeigt eine solche Uebergangskurve für $R = e$. Hier ist $\frac{AM}{FM} = \frac{1}{2}$, demnach

$$r \pm \frac{1}{2} r_1 = R;$$

Fig. 5 stelle eine Kurve dar von der Gleichung

$$r \pm 2 r_1 = R.$$

Es ist nämlich $\frac{AM}{FM} = 2$, und da hier $\frac{R}{e}$ ebenfalls $= 2$ ist (also $n = \frac{R}{e} = 2$), so ist dies auch eine Uebergangskurve.

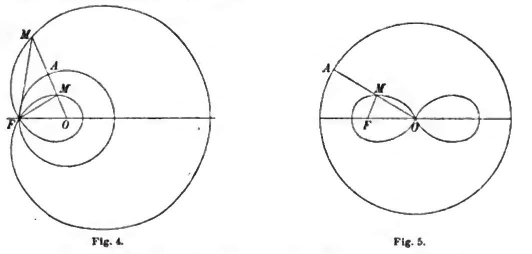


Fig. 4. Fig. 5.

Es möge hier noch erwähnt werden, dass die Eikurven auch in der Baumechanik Verwendung finden[1]).

Ueber die Verwendung doppeltbrechender Krystallsubstanz.

Von
Dr. **Ludwig Wulff** in Schwerin i. M.

I. Allgemeine Vorbemerkungen.

Neben meinen jahrelangen Bemühungen, die Fabrikkrystallisation der wichtigsten Produkte, speziell des Zuckers, zu entwickeln, habe ich vor Jahren mit Subvention der optischen Werkstätte von C. Zeiss, in der letzten Zeit mit Unterstützung des Grossherzoglichen Industriefonds in Schwerin, der Königlich Preussischen Akademie und der Kaiserlichen Physikalisch-Technischen Reichsanstalt versucht, Methoden zur Herstellung grosser, einschlussfreier Krystalle auszubilden, und zwar in grösserm Umfange bisher nur mit Natronsalpeter[2]).

Da ich in absehbarer Zeit nur in Wasser leicht lösliche Substanzen ziehen kann, wird es nicht unnöthig sein, einige Bemerkungen vorweg zu geben über die Verarbeitung und Untersuchung der Krystalle solcher Substanzen, speziell auch des Natronsalpeters, die auch dann, wenn sie im Handel nicht als hygroskopisch bezeichnet werden, vor der Feuchtigkeit der Luft zu bewahren sind, sei es vor der jeweiligen allgemeinen relativen Luftfeuchtigkeit (die im Sommer in Wohnungen und Werkstätten meist höher ist, als es zur Verarbeitung, besonders zu einer guten Politur erwünscht ist), sei es vor der zufälligen, an der Verarbeitungsstätte und am Verarbeitungsmaterial vorhandenen Feuchtigkeit.

Der Raum, in dem Natronsalpeter und ähnliche Substanzen zu jeder Zeit verarbeitbar sein sollen, muss mit künstlicher Trocknung versehen sein[3]). Auch muss

---

[1]) Siehe J. Gröger, Die Statik der Tunnelgewölbe in druckreichem Gebirge. Prag 1881.

[2]) Die mit öffentlichen Mitteln gezogenen Krystalle (auch von chlorsaurem Natron) stelle ich, wie bisher, öffentlichen Instituten, sowie auch Optikern für Verarbeitungsversuche unentgeltlich zur Verfügung.

[3]) Ich stehe Interessenten mit Mittheilungen über die beiden jahrelang bei mir bewährten Einrichtungen zur Verfügung, deren Beschreibung über den Rahmen dieser Arbeit und Zeitschrift hinausgehen würde. Dieselben gestatten mir, das Chlorcalcium zuerst als feste Masse, dann später in Lösung zur Trocknung zu verwenden.

die Athmungsfeuchtigkeit des Verarbeiters von den Krystallen und Schliffen abgehalten werden, besonders beim Poliren. Ich erreiche dies dadurch, dass ich einen bis über das Kinn hinunterreichenden, Feuchtigkeit nicht durchlassenden Vorhang trage, der oberhalb der Nasenöffnungen an einem sich dicht an das Gesicht anschliessenden Drahtbügel befestigt ist.

Drittens ist aber auch auf die Temperatur des Verarbeitungsmaterials zu achten, an dessen Oberfläche bei den hier vorausgesetzten Substanzen die Feuchtigkeit etwas grösser ist als die der umgebenden Luft von gleicher Temperatur. Daher soll die Temperatur des Materials nie tiefer als die des Zimmers sein, was besonders leicht eintritt, wenn das Krystallmaterial in Wandschränken aufbewahrt wird.

Viertens ist es erwünscht, dass das Verarbeitungs- und Verpackungsmaterial getrocknet wird, weshalb ich in einer Glasschale, in der ein Gefäss mit Chlorcalcium steht, stets Papier, Korke, Schachteln u. s. w. aufbewahre.

II. Gesichtswinkelmesser aus doppeltbrechender Krystallsubstanz.

Die Anwendung der Doppelbrechung zur Winkelmessung und darauf basirte Distanzmesser sind bisher nur wenig entwickelt worden. Ausser dem Vorschlage von Rochon, doppelsichtige Quarzprismen innerhalb der Fernrohre anzuwenden, ist vor Allem noch das Wellmann'sche Doppelbildmikrometer zu erwähnen[1]). Diese Vorrichtung ist zwar einfach in ihrer Berechnung, hat aber gegenüber dem Vorschlage von Rochon den Nachtheil, dass sie unter Zuhülfenahme eines Fadenkreuzes misst, was festen Stand des Fernrohres und Sichtbarmachung des Fadenkreuzes bedingt; beide Umstände sind für allgemeine Verwendung im Heere und in der Marine störend, weil es in beiden Fällen erwünscht ist, dass die Messung bezw. Schätzung von der Bewegung des Beobachters bezw. des Schiffes möglichst unabhängig ist. Aus diesem Grunde ist auch die Verwendung der Fernrohre mit halbirten Okularen schwierig, weil sie nur dann doppelsichtig sind, wenn der Beobachter genau längs der Achse des Fernrohres sieht[2]). Deshalb sollen hier nur solche Konstruktionen zur Besprechung kommen, die wie die Rochon'sche keine Berücksichtigung eines Fadenkreuzes bedingen, und die jederzeit doppelsichtig sind. Besonders wichtig erscheint mir aber die Besprechung der Gesichtswinkelmesser, die ohne Fernrohr angewandt werden können, weil sie es dem Offizier und Lootsen jederzeit gestatten, schnell und leicht mit einem sehr kleinen Apparate die Entfernung eines der Grösse nach bekannten Objektes bestimmen zu können. Von Seiten des Heeres und der Marine wird zwar weit mehr Gewicht gelegt auf die handliche Lösung der Distanzmesser, die ohne ein entferntes Objekt von bekannter Grösse messen; wenn aber die Gesichtswinkelmesser in Anschluss an die folgenden Vorschläge in praktischer handlicher Ausführung konstruirt sind, glaube ich nicht, dass die genannten Kreise der Angelegenheit ihr Interesse versagen werden. Ich selbst habe mit Mitteln des Grossherzoglichen Industriefonds mir zwar die nöthigen Schliffe herstellen können, um die folgenden Projekte auszuprobiren, aber die definitive Fertigstellung der Skalen, Drehvorrichtung und Verbindung muss ich dem Kreise der Leser dieser Zeitschrift überlassen. Ich selbst habe in Zukunft nur noch insofern eine Aufgabe bei der Verfolgung meiner Vorschläge zu erledigen, als es sich vernöthigen sollte, ausser Quarz

[1]) *Diese Zeitschr.* **10.** *S. 141 u. S. 459. 1890.* D.R.P. Nr. 52 360 vom 12. Juni 1889.

[2]) Näheres darüber im „Handbuch der nautischen Instrumente", herausgegeben vom Hydrographischen Amte der Kaiserlichen Marine.

und Kalkspath, aus denen ich meine Präparate herstellte, andere Substanzen in Betracht zu ziehen, sei es, weil Kalkspath nicht zur Genüge beschaffbar ist, sei es, dass diese Substanzen für einzelne Konstruktionen besondere Vortheile bieten.

a) Gesichtswinkelmesser mit konstantem Keilwinkel.

Wenn, wie dies bereits anderweitig ausgeführt ist, zwischen Okular und Auge bei einem Feldstecher oder astronomischen Fernrohr ein einfacher Keil von doppeltbrechender Substanz in fester Stellung angebracht wird, oder ein solcher in Verbindung mit achromatisirenden Glaskeilen, wie sie mehrere Werkstätten liefern, so ist es ziemlich gleichgültig, wie die doppeltbrechende Substanz mit ihren optischen Hauptrichtungen und Ebenen orientirt ist; wenn aber der Keil am Fernrohr beweglich ist, sodass er in verschiedener Durchsicht benutzt wird, oder wenn er ohne Fernrohr gebraucht werden soll, dann ist genau auf die Lage der optischen Achsen und Ebenen zu achten. Denn sieht man durch verschiedene Keile verschiedener Substanzen und verändert die Stellung des Keiles zur Sehrichtung, so verändert sich auch die Verschiebung der Bilder in verschiedener Weise. Unregelmässig wird diese Verschiebung, wenn keine optische Symmetrieebene auf der spitzwinkligen Keilkante senkrecht steht, sodass auch trikline Substanzen, die keine optischen Symmetrieebenen zeigen, von der Verwendung auszuschliessen sind.

Liegt dagegen eine optische Symmetrieebene senkrecht zur spitzwinkligen Keilkante, und bleibt diese letztere bei der Drehung des Keiles senkrecht zur Sehlinie, so hängt die Art der Verschiebung der Bilder bei der Drehung des Keils um jene Kante davon ab, ob die Winkelhalbirende des Keiles noch in eine zweite optische Symmetrieebene fällt oder nicht.

Ist das erstere der Fall, so erreicht die Verschiebung der zwei Bilder ein Minimum, wenn man den Keil so hält, dass man senkrecht auf seine Winkelhalbirende durch den Keil sieht, während in dem letzteren Falle die Verschiebung für diese Sehrichtung eine mittlere ist.

Beide Arten von Keilen können als Grundlage für Distanzmesser mit und ohne Fernrohr gebraucht werden, sowie letztere an Mikroskopen als Ersatz der Glasmikrometer, in welchem Falle sie wie die in Abschnitt III beschriebenen Plattenmikrometer wirken.

Sieht man mit unbewaffnetem Auge durch einen doppeltbrechenden Keil der ersten Art in der Richtung der Minimalablenkung, so empfiehlt es sich, für die Zwecke der Distanzmessung den Winkel des Keils so zu wählen, dass die Kotangente des Winkels der Verschiebung durch Doppelbrechung gleich einer möglichst einfachen ganzen Zahl ist, etwa 100, 200, 1000 u. s. w. Die Keile von betreffender Beschaffenheit sollen im Verlaufe der Arbeit als Keil Nr. 100, Nr. 200 u. s. w. bezeichnet werden.

Sehr einfach gestaltet sich dann die Entfernungsmessung. Es werde z. B. mittels eines Keiles Nr. 200 eine Messlatte anvisirt, und es decke sich der Nullpunkt der Latte im einen Bilde mit dem Messpunkte 2,3 *m* im anderen Bilde, so ist die Entfernung gleich $200 \times 2{,}3$ *m*. Besonders zur Kontrole der Entfernung der Schiffe unter einander, von Fixpunkten der Küste oder wichtigen Baken erwarte ich die Anwendbarkeit meiner Vorschläge. Ein einzelner Keil wird in diesem Falle nicht ausreichen, aber da zur Durchsicht mit blossem Auge eine Oeffnung von $\frac{1}{2}$ *cm* durchaus genügt, so können schon kleine Krystalle zur Herstellung verwandt werden, auch können aus einem achromatisirten Keile, wie sie die optischen Werkstätten, z. B. von B. Halle und Steeg & Reuter, liefern, mehrere Keile geschnitten werden, die neben-

einander zu einer Keilreihe zu kombiniren sind, sodass etwa eine Metallfassung von 4 *cm* Länge und 1 *cm* Breite, die mit 4 Bohrungen von je $^1/_2$ *cm* versehen ist, bequem mit 4 kleinen Keilen von Nr. 50, Nr. 100, Nr. 200, Nr. 500 versehen werden kann; es entstände dann eine Keilreihe, deren niedrige Nummern in kleineren Entfernungen messen würden. Bei der Kleinheit der nöthigen Krystalle hat die künstliche Herstellung derselben für die Konstruktion solcher Keilreihen keine besonderen Schwierigkeiten. Besonders dürfte die Herstellung von Präparaten aus den Siliziumfluoriden des Magnesiums und Zinks zu versuchen sein, die wie Quarz ziemlich gleiche Dispersion für beide Strahlenarten haben, sodass eine hohe Achromatisirung möglich ist, während die Doppelbrechung erheblich grösser und die Dispersion kleiner ist.

Ein doppeltbrechender Keil der zweiten Art wird am vortheilhaftesten aus einer optisch einachsigen Substanz hergestellt, weil bei dieser eine Richtung vorhanden ist, in der keine Divergenz der Strahlenarten durch Doppelbrechung ersichtlich ist. Sieht man durch einen solchen Keil, sodass die Sehrichtung innerhalb der Substanz der optischen Hauptachse parallel läuft, so wirkt der Keil für diese Richtung wie ein einfachbrechender Keil. Bei Durchsicht in anderer Richtung zeigt der Keil zwei Bilder, deren Verschiebung grösser wird, wenn die Winkeldivergenz der Durchsicht gegen obige Sehrichtung wächst. Der Keil ist mit einer Drehvorrichtung zu versehen, deren Achse parallel seiner spitzwinkligen Kante liegt. Anstatt den Winkel der Drehung auf einer Skale zu messen, ist es zu empfehlen, die Theilung der Skale so vorzunehmen, dass man unmittelbar die Keilnummern auf der Skale einträgt, welchen der drehbare Keil in jeder einzelnen Drehlage entspricht. Da die zu Grunde liegenden Berechnungen nicht sehr einfacher Natur sind, wird die Skale am besten derartig festgestellt, dass man eine entfernte Messlatte anvisirt und die Theilstriche markirt, wenn die Verschiebung der beiden Bilder der Messlattenskale gleich $^1/_{50}$, $^1/_{100}$ u. s. w. der Entfernung der Latte beträgt. Wird ein drehbarer Keil mit einem Feldstecher verbunden, so ist die Anfertigung der Skale ebenso zu machen; auch kann die Drehvorrichtung mit zwei Skalen versehen sein, deren eine bei Durchsicht mit dem Feldstecher, die andere bei Durchsicht mit unbewaffnetem Auge ausprobirt ist.

Der Gebrauch der Gesichtswinkelmesser ist ein sehr einfacher. Wird z. B. ein entfernter Mensch durch den Apparat beobachtet, so dreht man den Keil, bis der Scheitel desselben im einen Bilde sich mit der Fusssohle im andern berührt. Zeigt dann die Skale auf Nr. 160, so ist die gesuchte Entfernung gleich 160 Mannslängen.

In der optischen Werkstatt von Halle habe ich Keile beider Arten aus Kalkspath herstellen lassen, die dadurch achromatisirt wurden, dass die Keile mit je zwei kompensirenden Glaskeilen vom halben Keilwinkel versehen sind. Für die Keile der ersten Art ist eine solche symmetrische Kompensirung zweckmässiger als die Kompensirung durch einen Glaskeil, bei den Keilen der zweiten Art ist die Kompensirung gleichgültig in Bezug auf den optischen Effekt, aber symmetrische ist vorzuziehen bei Kalkspath oder Natronsalpeter, weil die aussen liegenden Glaskeile widerstandsfähiger sind. Beide Keile funktioniren durchaus normal, und zwar zeigt der Keil der ersten Art noch die für den Gebrauch sehr wichtige Eigenschaft, dass bei der Minimaldivergenz die Veränderung der Bilderentfernung nur gering ist, wenn der Keil etwas aus der Minimallage gedreht wird, erst bei grösserer Abweichung von der Minimallage des Keils gehen die Bilder mit steigender Geschwindigkeit auseinander.

b) Gesichtswinkelmesser mit variablem Keilwinkel.

Schon Rochon zeigte, dass durch Kombination zweier Keile, die gegen einander gedreht werden, Keile mit variablem Winkel (0° bis zum doppelten Winkel der Einzelkeile) hergestellt werden können. Nach diesem Prinzip ist auch ein dioptrisches Mikrometer für Fernrohre von Moser[1]) konstruirt worden; dieses Prinzip lässt sich nicht auf doppeltbrechende Substanzen anwenden, weil dabei wie bei der Drehung zweier doppeltbrechender Platten im Allgemeinen vierfache Brechung resultirt.

Dagegen kann man noch auf andere Weise Keile mit variablem Winkel aus fester Substanz herstellen. Wenn man nämlich eine plankonvexe und eine plankonkave Linse von gleicher Krümmung in einander legt, so können beide gegen einander gedreht werden und ergänzen sich entweder zu einer Platte oder zu einem Keile mit variablem Winkel[2]).

Weit mannigfaltiger gestaltet sich die Kombination zweier derartiger Linsen von einer doppeltbrechenden Substanz oder gar von mehreren doppeltbrechenden Substanzen, je nach dem Verhältniss der Doppelbrechungen, der Lage der Linsenachse zu den Krystallachsen und der Richtung der Drehungsachse. Es resultiren meist vier Bilder.

Uns interessirt hier für die Gesichtswinkelmessung nur der Fall, wo diese Verhältnisse am einfachsten liegen, sodass stets nur zwei Bilder entstehen, nämlich der Fall, dass

1. die Substanz optisch einachsig ist, sodass eine Ebene existirt, in der beide Brechungsindizes unveränderlich sind, nämlich der optische Hauptschnitt;
2. die Planflächen der Linsen senkrecht zum optischen Hauptschnitte orientirt sind;
3. die Drehungsachse der Linsenbewegungen auch senkrecht dazu gerichtet ist, sodass die Achsen der entstehenden Keile stets senkrecht auf ihr stehen.

In diesem Falle koïnzidiren immer die optischen Hauptschnitte beider Linsen, und die entstehenden Keile ergeben Bilder, deren Verschiebung mit der Neigung der Planflächen gegen einander und der Richtung der Sehlinie gegen diese Flächen wächst.

Die entstehenden Keile gehören zu der ersten Art der in Abschnitt IIa besprochenen Keile, sodass sie ein Minimum der Ablenkung der beiden Bilder zeigen, wenn die Sehrichtung innerhalb des Keils senkrecht auf der den Keilwinkel halbirenden Ebene steht. In diesem Falle gestaltet sich auch die Berechnung am einfachsten, besonders für kleine Winkelgrössen. Die Skale der Drehung der Linsen gegen einander wird auch bei Distanzmessern direkt auf Keilnummern reduzirt, sei es bei Durchsicht mittels Feldstechers oder ohne denselben. Ueber den Okularen der Mikroskope können dieselben auch als Mikrometer angebracht werden.

Stellt man an die Doppellinsenkeile die Anforderung der Achromasie, so sind dieselben aus zwei Glaslinsen und zwei Krystalllinsen mit proportionalen Drehungen zu kombiniren. Die optische Werkstatt von B. Halle hat mir aus Quarz und Kalkspath je zwei Linsen hergestellt. Letztere lassen sich ohne Achromatisirung gebrauchen, bei den Quarzlinsen, deren Doppelbrechung ja nur $1/_{15}$ derjenigen des Kalkspaths ist, müssen (um gleiche Divergenz der Doppelbilder zu erhalten) die Linsen soweit gegen einander verschoben werden, dass Keile mit 15-mal so grossen Keilwinkeln entstehen, die schon starke Farbenzerstreuung ergeben.

---

[1]) *Diese Zeitschr.* ***1.*** *S. 137. 1881.* D.R.P. Nr. 2668 vom 22. Januar 1878.

[2]) Vgl. hierüber S. Czapski, Krystallrefraktometer nach Prof. Abbe. ***Jahrb. f. Mineralogie 7.*** *S. 178. 1890; diese Zeitschr.* ***10.*** *S. 246. 1890.*

Anstatt plankonvexe und plankonkave Linsen zu benutzen, kann man auch Zylindersegmente verwenden, aber die Herstellung der Linsenkrümmungsflächen ist leichter korrekt herzustellen als bei Zylinderflächen, besonders bei konkaven. Zur Ersparniss kann auch ein Stück einer Linse oder eines Segmentes zur Verwendung kommen.

III. Plattenmikrometer.

Auch parallelflächige Platten von doppeltbrechender Substanz können als Messinstrumente benutzt werden, weil bei senkrechter Durchsicht durch sie zwei Bilder eines Gegenstandes gesehen werden, die um eine bestimmte Grösse gegeneinander versetzt erscheinen. Diese Messung ist ausführbar, ohne dass man die Objekte berührt, dieselben können auch in mässiger Bewegung sein, sodass eine Platte von einer doppeltbrechenden Substanz eventuell für medizinische Messungen in den Höhlungen der Nase, des Ohres, des Rachens von Werth sein könnten, um die absolute Grösse eines Befundes festzustellen und besonders bei späterer Beobachtung die Grössenänderung des Befundes zu kontroliren.

Auch für Mineralogen, Zoologen und Botaniker ist es gelegentlich erwünscht Messungen von Objekten vorzunehmen, die von andern eingeschlossen sind, z. B. Einschlüsse in Krystalle.

Nun gestattet aber eine Platte von konstanter Dicke nur Messungen von einer bestimmten Grösse. Will man verschiedene Dicken messen, so könnte man, ähnlich wie bei der oben angegebenen Keilreihe, mehrere, verschieden dicke oder verschieden stark doppeltbrechende Platten neben einander anbringen, jede mit einer Blende verdeckt, durch die gesehen wird. Aus einer grossen Platte ist durch Theilung eine Anzahl von gleich wirkenden herstellbar, da die Platten ja nur klein zu sein brauchen.

Sowohl einzelne Platten wie Plattenreihen wirken mit dem Okular eines Fernrohres verbunden als Messinstrumente, während sie zur Gesichtswinkelmessung bei Durchsicht mit unbewaffnetem Auge nicht dienen können.

Es wird möglich, mittels der Platten genauer zu messen, wenn man die Dicke der Platte variabel macht. Dies geschieht, indem man sie in zwei gleiche Keile zerlegt, die gegen einander längs des Diagonalschnittes verschoben werden können.

Sieht man z. B. durch die Oeffnung einer Blende *B* durch die beiden doppeltbrechenden Keile *I* und *II*, die durch Halbirung einer Platte dargestellt sind, so stellt

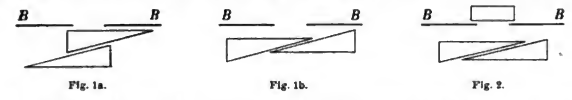


Fig. 1a. Fig. 1b. Fig. 2.

Fig. 1a den Fall dar, wo die Versetzung der Bilder möglichst gross ist. Wäre die Versetzung der Bilder in Fig. 1a 6 *mm*, so wäre sie in dem bei Fig. 1b dargestellten Falle, wo die Versetzung der Bilder eine möglichst geringe ist, nur 2 *mm*. Es sind also Grössen von 2 *mm* bis 6 *mm* bequem durch Verschiebung der Keile zu messen. Kleinere Entfernungen sind entweder zu schätzen, oder es ist, wenn die Keile auch bei Messungen bis auf 0 *mm* herunter zur Messung verwandt werden sollen, noch eine unveränderliche Platte von 2 *mm* Bildverschiebung als Kompensationsplatte anzubringen. Dieselbe muss natürlich so angeordnet sein, dass sie der halbirten Platte entgegengesetzt wirkt.

Fig. 2 stellt die schematische Anordnung der Theile in diesem Falle dar, und zwar ist die Kompensationsplatte oberhalb der Blende gezeichnet. Die beiden Keil-

hälften würden zusammen, wenn wir die optischen Verhältnisse von Fig. 1a und 1b annehmen, 3 *mm* Bildversetzung bedingen, von denen 2 *mm* durch den Kompensator von gleicher Substanz aufgehoben werden, sodass 1 *mm* Verschiebung resultirt.

Besonders hervorzuheben ist die leichte Berechnung, die bei dieser Vorrichtung Platz greift, weil die Verschiebung der Bilder der Verschiebung der Keile proportional ist.

Ich habe mir aus Kalkspath zwei Keile und eine Kompensationsplatte von der optischen Werkstatt von Steeg & Reuter anfertigen lassen, die sowohl als Mikrometer beim Mikroskop und bei der Lupe, wie auch als Gesichtswinkelmesser, mit einem kleinen Fernrohre verbunden, normal funktioniren.

Schwerin i. M., im August 1897.

Eine Methode, Marken und Theilstriche auf Glas hell auf dunklem Grunde sichtbar zu machen[1]).

Von
Dr. F. F. Martens, wissenschaftlichem Mitarbeiter der Firma Franz Schmidt & Haensch in Berlin.

Lässt man in eine Glasplatte durch die zur Platte senkrechten, polirten Endflächen Licht eintreten, so werden bekanntlich alle im Glase auf die Oberflächen der Platte fallenden Strahlen total reflektirt und treten nicht in die Luft aus.

Unterbricht man nun an einer Stelle die ebenen polirten Oberflächen der Platte so, dass hier die im Glase fortgeleiteten Strahlen zum Theil abgelenkt werden, aus der Platte austreten und in ein auf die Platte blickendes Auge gelangen, so erscheint diese Stelle als Konvergenzpunkt eines sich ausbreitenden Strahlenbüschels hell und zwar hell auf dunklem Grunde, da von der umgebenden Glasoberfläche keine Strahlen ins Auge gelangen.

Zu solcher Ablenkung der im Glase fortgeleiteten Strahlen eignen sich feine, mit dem Diamant gezogene sowie gröbere geätzte Striche, am besten, wenn sie auf der dem beobachtenden Auge abgewandten Glasoberfläche befindlich sind. Der Strahlengang im Innern der Glasplatte ist dann etwa so, wie ihn Fig. 1 zeigt. Die

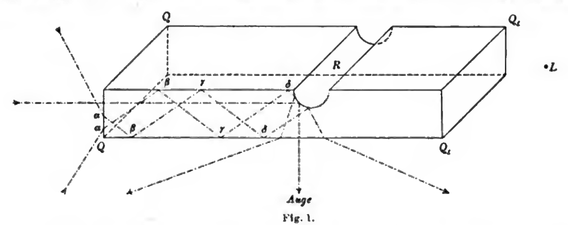


Fig. 1.

durch die Seitenwand QQ eingetretenen Lichtstrahlen $\alpha\,\beta\,\gamma\,\delta$ werden durch Totalreflexion an den Glasoberflächen im Glase fortgeleitet. Wie sich unter dem Mikroskop zeigt, reflektirt die der Eintrittsfläche des Lichtes zugekehrte Seitenwand einer

[1]) Vorgetragen in der Physik. Ges. zu Berlin am 2. Juli 1897; vgl. *Verh. d. Physik. Ges.* **16.** *S. 144. 1897.*

Rille R die auffallenden Strahlen total und lenkt sie um etwa 90° ab, sodass sie aus der Glasplatte austreten und ins Auge gelangen. Damit auch die andere Seitenwand der Rille hell erscheint, muss man auch von der anderen Seite her beleuchten; dies kann durch Aufstellung einer zweiten Lichtquelle in L oder durch Versilberung der zweiten Endfläche $Q_1 Q_1$ bewirkt werden.

Im Folgenden sollen einige Anwendungen der Methode der seitlichen Beleuchtung beschrieben werden.

Seitlich beleuchtete Glasmaassstäbe als Ableseskalen.

Durch seitliche Beleuchtung werden die eingeätzten Theilstriche einer längeren Glastheilung als helle Linien auf dunklem Grunde gut sichtbar.

Solche Maassstäbe eignen sich insbesondere zur Ablesung mittels Spiegel und Fernrohr und werden für diesen Zweck von der Firma Franz Schmidt & Haensch, Berlin S., Stallschreiberstr. 4, in der Weise hergestellt und montirt, wie Fig. 2 zeigt.



Fig. 2.

Auf dem Glasstreifen *a b* sind 50 *cm* in *mm* getheilt; bei längeren Theilungen ändert sich nur die Länge der ganzen Vorrichtung. An jedem Ende des Maassstabes ist eine Glühlampe von 16 bis 25 Kerzen aufgestellt; dieselbe ist bis auf einen der Endfläche des Maassstabes zugekehrten Streifen versilbert, damit möglichst viel Licht in den Maassstab eintritt. Ein Stromschlüssel gestattet, bequem beide Lampen einzuschalten. Die einzelnen Theile sind auf einem festen, schwarz polirten Holzgestell montirt; dasselbe ist an der Hinterwand mit zwei Ringen versehen, um an der Wand aufgehängt werden zu können. Die Rückwand ist aus schwarzem Tuchpapier gebildet, damit keine Lichtstrahlen von Punkten hinter der Glasplatte aus durch die Platte hindurchgehen und, zugleich mit den von den Theilstrichen ausgehenden Strahlen ins Auge gelangend, den Kontrast der hellen Theilstriche gegen ihre dunkle Umgebung abschwächen.

Das zur Ablesung einer solchen Skale benutzte Fernrohr muss eine helle Pointirungsmarke besitzen. Solche Fernrohre sind unten beschrieben.

Vor den gewöhnlich zur Spiegelablesung benutzten weissen Papierskalen mit schwarzen Theilstrichen haben seitlich beleuchtete Glasmaassstäbe folgende, theils auf dem Material, theils auf der Beleuchtungsart beruhende Vorzüge:

1. Die Länge der Theilintervalle ist konstanter. 2. Bei gleichen Theilintervallen ist die Breite der Theilstriche geringer. 3. Die Beleuchtung ist über die ganze Skale hin gleichmässig. 4. Die erreichbare Helligkeit ist um das Mehrfache grösser.

Bei Anwendung seitlich beleuchteter Skalen bestimmt nicht wie bei Anwendung von Papierskalen die Rücksicht auf ausreichende Helligkeit des Skalenbildes die Grenze, bis zu welcher man die Grösse des Ablesespiegels und damit die wirksame Oeffnung des Fernrohrobjektivs verringern kann, sondern die Rücksicht auf ausreichendes Auflösungsvermögen des Fernrohres. Die oben gezeichnete Skale wurde

350 *cm* vom Ablesespiegel entfernt aufgestellt; das Objektiv des Fernrohres war etwa 25 *cm* vom Ablesespiegel entfernt. Verringerte man mittels einer Irisblende die wirksame Oeffnung des Ablesespiegels bis auf etwa 5 *mm*, so erschien an Stelle der kurzen Theilstriche ein breites helles Band, während die längeren Theilstriche und die Zahlen deutlich ablesbar waren.

Untersuchung sphärischer, spiegelnder Flächen mittels seitlich beleuchteter Maassstäbe.

Seitlich beleuchtete Maassstäbe eignen sich ferner zur Bestimmung des Krümmungsradius und zur Prüfung der Oberflächen sphärischer spiegelnder Flächen.

Ist eine solche Theilung im Mittelpunkte eines Hohlspiegels senkrecht zur Spiegelachse aufgestellt, so entwirft der Hohlspiegel am Orte der Theilung ein Spiegelbild der Theilung. Das Zusammenfallen der gespiegelten und der wirklichen Theilung erkennt man, mit blossem Auge oder mit Hülfe einer Lupe in der Richtung nach dem Spiegel hin auf die Theilungen blickend, an der Abwesenheit der Parallaxe sowie an der gleichen Grösse der Theilintervalle. Zeigen sich bei der gespiegelten Theilung die Theilstriche verwaschen oder die Intervalle aufgehellt, so besitzt der Hohlspiegel fehlerhafte Oberflächen. In analoger Weise kann man unter Zuhülfenahme einer Sammellinse oder eines Hohlspiegels konvexe spiegelnde Flächen untersuchen.

Seitlich beleuchtete Striche auf Glas als helle Pointirungsmarken in Fernrohren.

Die Fädenbeleuchtung in astronomischen Instrumenten bewirkt man seit Fraunhofer gewöhnlich so, dass man von der Okularseite her Licht auf das Sehfeld fallen lässt; die im Sehfelde befindlichen Pointirungsmarken, gewöhnlich Spinnfäden, reflektiren dann die auffallenden Lichtstrahlen zum Theil durch das Okular ins Auge und werden dadurch als helle Linien sichtbar. Hr. Prof. Abbe und Hr. Dr. Czapski haben eine andere Methode[1]) ersonnen, bei welcher eingeschwärzte Diamantstriche auf Glas, von der Objektivseite her beleuchtet, durch Beugung Licht ins Auge senden und dadurch hell erscheinen.

Mechanisch einfacher ist es, durch eine schmale, seitliche Oeffnung der Okularhülse Licht auf die Randfläche einer im Sehfelde angebrachten, mit Diamantstrichen versehenen Glasplatte fallen zu lassen. Sind die Oberflächen der Platte gut polirt und rein, so bleibt das Gesichtsfeld völlig dunkel.

Die Einfachheit dieser Konstruktion fällt besonders ins Gewicht, wenn in kleineren Fernrohren helle Pointirungsmarken erforderlich sind. Dies ist z. B. der Fall in Ablesefernrohren, welche zur Ablesung dunkler Skalen mit hellen Theilstrichen dienen sollen. Auch in Spektrometerfernrohren dürften Okulare mit beleuchtbaren Pointirungsmarken für die Beobachtung dunkler Spektralgebiete von Vortheil sein. Vor anders erzeugten hellen Pointirungsmarken unterscheiden sich hier seitlich beleuchtete noch dadurch, dass sie ohne weiteres zur Autokollimation nach Gauss verwandt werden können.

---

[1]) *Diese Zeitschr.* **5.** *S. 347. 1885.*

Instrumentalaberrationen und astronomische Beugung des Lichts.

Von
Karl Strehl, K. Gymnasiallehrer zu Weissenburg a. S.

I. Sphärische Aberration und Astigmatismus.

Es giebt drei Methoden, Beugungserscheinungen zu studiren, zwei experimentelle, nämlich Beobachtung mit dem blossen oder bewaffneten Auge einerseits, photographische Fixirung andererseits, und eine theoretische in der Berechnung der optischen Vorgänge beruhende. Handelt es sich im Allgemeinen darum, den totalen Charakter der Erscheinung auf einmal kennen zu lernen, insbesondere beim Zusammenwirken aller möglichen Wellenlängen, dann empfiehlt sich der Leichtigkeit und Schnelligkeit der Ausführung wegen die experimentelle Beobachtung. Sie gestattet ausserdem bei Anwendung monochromatischen Lichtes die exakte Ausmessung der hellsten und dunkelsten Orte der Beugungserscheinung. So hat unter anderen v. Lommel zur experimentellen Bestätigung seiner theoretischen Studien über die Beugungswirkung kreisförmiger und geradliniger Oeffnungen umfangreiche Beobachtungen mit Auge und Lupe gemacht, Dr. Straubel in Jena dagegen zum Studium der Uebereinanderlagerung von Beugungswirkungen verschiedener Oeffnungen lehrreiche Photogramme angefertigt. Für praktische Zwecke aber, sowohl die Konstruktion der Instrumente als auch die Beobachtung mit denselben betreffend, sind zwei andere Punkte ungleich viel wichtiger, nämlich die Lichtstärke der Mitte des Beugungsbildes in absolutem Maass und die relativen Lichtstärken rings um die Mitte (den seitlichen Abfall des Lichtberges), als maassgebend für das Auflösungsvermögen, kennen zu lernen. Und dies vermögen die beiden ersten Methoden nicht zu leisten. Denn, wenn man auch daran denken wollte, mittels äusserst empfindlicher Bolometermessungen die nöthigen Angaben zu sammeln, so hätte man doch immer nur die Kenntniss eines speziellen Falles, der gerade für die Messung zusammengestellten Vorrichtung, während die aus theoretischem Studium sich ergebenden Endresultate, d. i. mathematischen Formeln, hier den Vorzug haben, alle möglichen Fälle mit einem Mal zu umfassen und, wenn sie nur allgemein genug sind, nach jeder beliebigen Richtung anwendbar zu sein. Den Umstand, dass sie gestatten, die Maasse der Orte der Lichtmaxima und Lichtminima durch fortgesetztes Dividiren auf noch mehr Dezimalstellen zu finden, als dies die direkte Beobachtung zulässt, möchte ich nicht so sehr urgiren, da auch die exaktesten Formeln stets mehr oder minder auf dem Boden von Näherungsvoraussetzungen, d. i. Vernachlässigungen physikalischer Verhältnisse, aufgebaut sind, wenn sich auch nicht leugnen lässt, dass gewisse feine Züge der Erscheinung infolge mangelnder Empfindlichkeit des Auges oder der photographischen Platte durch umfangreiche mühsame Berechnung besser gefunden werden können.

In einer früheren Studie „Aplanatische und fehlerhafte Abbildung im Fernrohr“ (*diese Zeitschr. 15. S. 362. 1895*), auf welche ich mir schon aus dem Grund hinzuweisen erlaube, um hier Weitschweifigkeiten vermeiden zu können, da die dort am Schlusse zusammengestellte Zeichenerklärung auch für alle späteren Veröffentlichungen mitgilt, habe ich Berechnungen aller wichtigen Aberrationen für den Fall geringen Grades derselben mitgetheilt. Insbesondere ging aus denselben hervor, dass es für Fernrohrobjektive leicht möglich ist, diese Fehler in unschädlichen Grenzen zu halten. Bei der Konstruktion von z. B. photographischen Objektiven jedoch ist man gezwungen, zur Erreichung anderweitiger Vortheile grössere Abweichungen zuzulassen, ohne dass in den Lehren der hier zur Verwendung kommenden geometrischen (trigonometrischen)

Optik ein Grund zu finden wäre, welcher feststellen könnte, wo die zulässige Grenze dieser Abweichungen liegt. Aus diesem Grunde und wegen der Wichtigkeit der Untersuchung der Abbildungsweise seitlich von der Achse in den neuen astronomisch-photographischen Fernrohren habe ich für zwei der wichtigsten Aberrationen, sphärische Aberration und Astigmatismus, die Wirkung stärkerer Grade nach der Beugungstheorie berechnet.

Wenn ich mich hierbei auf die Berechnung der Lichtstärke in ganz speziellen Punkten längs der optischen Achse beschränkt habe, so geschah dies aus folgenden Gründen: Einmal genügt dies direkt für die Frage nach der absoluten Lichtstärke in der Mitte des Beugungsbildes, womit auch das Definitionsvermögen bezw. die Nutzbarmachung des absoluten Auflösungsvermögens des Systems indirekt zusammenhängt. Was zum andern dieses absolute Auflösungsvermögen selbst betrifft, so tritt eine merkliche Verringerung desselben erst bei so starker Reduzirung der Lichtstärke in der Mitte des Beugungsbildes (jeweiligen optischen Achse) ein, welche bereits aus anderen Gründen, d. h. eben an und für sich schon verworfen werden muss[1]). Die auf *S. 63* meiner „Theorie des Fernrohrs" von mir entwickelte Formel für sphärische Aberration reicht im Zusammenhalten mit der Genauigkeit der durch v. Lommel berechneten Bessel'schen Funktionen (6 bis 7 Dezimalstellen) gerade aus, um den Fall $\mathfrak{A} = 2$ bis auf Hundertel der vollen Lichtstärke genau zu berechnen. In diesem Falle beträgt aber die Veränderung der Lichtstärke im ganzen Brennraum, wie man aus Tabelle II und dem in der ersterwähnten Abhandlung Gesagten erkennt, im Maximum nur 2% der Einheit, eine Grösse, die bereits unter die Empfindlichkeitsschwelle des Auges sinkt. Wenn auch diese geringen Modifikationen für den theoretischen Physiker von Interesse sind, so glaubte ich doch in dieser, in erster Linie dem praktischen Physiker gewidmeten Studie keinen zwingenden Grund zu finden, um nicht von der mühsamen und zeitraubenden Berechnung bezw. auch noch Weiterentwicklung der Formel vorläufig absehen zu dürfen.

Tabelle I.

$a =$ 1 *mm*	$\frac{2r}{p}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{80}$
	$\mathfrak{A}$	$\frac{5}{2}\pi$	$\frac{5}{8}\pi$	$\frac{5}{32}\pi$	$\frac{5}{128}\pi$
$\lambda =$ $\frac{1}{2}\mu$	$\mathfrak{Q}$	5π	$\frac{5}{4}\pi$	$\frac{5}{16}\pi$	$\frac{5}{64}\pi$

In vorstehender Tabelle zunächst finden sich in der 1. Zeile 4 Werthe für den Maassstab des Systems, d. h. das Verhältniss von dem Durchmesser $2r$ der freien Oeffnung zu der Brennweite p des Systems angegeben, wie sie durchschnittlich in der Praxis vorkommen mögen. Sollte man bei photographischen Systemen in Zweifel sein, welche Ebene man als die der freien Oeffnung zu betrachten habe, so ist hier zu bemerken, dass $2r$ nicht schlechthin den Durchmesser der „Blendenöffnung" und p die „äquivalente Brennweite" bedeuten muss, sondern man kann an beliebiger Stelle durch den Strahlenkegel eine Ebene legen und $2r$ bezw. p beziehen sich dann auf den Durchschnitt dieser Ebene mit dem Strahlenkegel bezw. auf den Abstand des Durchschnittes von dem Brennpunkt. In der 2. und 3. Zeile finden sich dann entsprechend die Werthe für die maassgebenden beugungstheoretischen Grössen

[1]) Vgl. meine letzten Studien, *diese Zeitschr. 17. S. 50, S. 77 und S. 165. 1897;* insbesondere die auf *S. 169* gemachten Ausführungen.

$\mathfrak{A}$ bezw. $\mathfrak{Q}$, mit denen man in Tabelle II eingehen muss. Vorausgesetzt ist dabei, dass $a = 1\,mm$, d. h. bei der sphärischen Aberration der Abstand zwischen den Vereinigungspunkten der Randstrahlen und Achsenstrahlen, bei dem Astigmatismus der Abstand der beiden Brennlinien von einander, je $= 1\,mm$ sei und dass die Wellenlänge $\lambda = {}^1/_{2000}\,mm$ sei. Liegen in der Praxis für a bezw. λ andere Werthe vor, so kann man die dazugehörigen Werthe $\mathfrak{A}$ bezw. $\mathfrak{Q}$ mit Leichtigkeit aus den gegebenen ableiten, indem man beachtet, dass $\mathfrak{A}$ bezw. $\mathfrak{Q}$ einfach zu a direkt bezw. zu λ umgekehrt proportional sind; für Zwischenwerthe des Maassstabes gilt, dass $\mathfrak{A}$ bezw. $\mathfrak{Q}$ zum Quadrat dieser Werthe, d. h. zu $\left(\frac{2\,\mathfrak{r}}{p}\right)^2$ direkt proportional sind. Es ist nämlich

$$\mathfrak{A} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{a}{\lambda} \cdot \left(\frac{\mathfrak{r}}{p}\right)^2 \text{ bezw. } \mathfrak{Q} = \pi \cdot \frac{a}{\lambda} \cdot \left(\frac{\mathfrak{r}}{p}\right)^2.$$

Hat man so für den vorliegenden Fall die Hauptgrössen bestimmt, so findet man in nachstehender Tabelle für die wichtigsten Punkte der optischen Achse die Lichtstärke in Hunderttheilen des vollen Werthes angegeben, als welcher die Lichtstärke im *Brennpunkt* eines *aplanatischen* Systems gleicher Oeffnung und Brennweite anzusehen ist. Diese Punkte sind: einmal der Symmetriepunkt, d. h. die Mitte der Abweichungslänge a (bezeichnet mit $\Delta = 0$), zum andern der Vereinigungspunkt der Randstrahlen bezw. Achsenstrahlen für die sphärische Aberration einerseits, der Durchschnittspunkt der optischen Achse mit der waagrechten oder senkrechten Brennlinie für den Astigmatismus andererseits, also die Endpunkte der Abweichungslänge a (bezeichnet mit $\Delta = \pm\, a/2$), endlich für die sphärische Aberration noch die zwei mitten zwischen den vorigen gelegenen Punkte (bezeichnet mit $\Delta = \pm\, a/4$), von denen der eine in erster Annäherung der Ort der engsten Einschnürung des *geometrischen* Strahlenkomplexes ist. Man wird sich erinnern, dass die Lichtvertheilung *längs der optischen Achse* sowohl für die sphärische Aberration als auch für den Astigmatismus zum Punkt $\Delta = 0$ *symmetrisch* ist. Die beiden Räume vor und hinter der Symmetrieebene unterscheiden sich bezüglich der Lichtvertheilung von einander bei der sphärischen Aberration lediglich durch geringe Modifikationen *seitlich von der optischen Achse*, welche in der ersterwähnten Abhandlung für $\mathfrak{A} = 1$ gerade noch merkbar hervortreten, bei dem Astigmatismus lediglich in der Richtung der Lichtvertheilung mit Beziehung auf zwei zu einander senkrechte Lagen. Ich habe ferner zu bemerken, dass wiederum ein +Zeichen hinter dem Werth der Lichtstärke bedeutet, dass die Dezimalstellen 25 bis einschliesslich 74 folgen würden; der Fehler der Angabe beträgt demnach weniger als $\pm\, {}^1/_4\,\%$ des vollen Werthes. Was die eingeklammerten Zahlen betrifft, so geben sie diejenige Lichtstärke an, welche in dem betreffenden Punkt der optischen Achse sich finden würde, wenn *Aplanatismus*, also *keine* sphärische Aberration bezw. Astigmatismus vorhanden wäre, damit man den Verlust richtig zu schätzen wisse; im Symmetriepunkt würde natürlich in diesem Falle die eingeklammerte Zahl 100 sein.

Gehen wir nun in eine nähere Diskussion dieser Tabelle ein. Zunächst erkennen wir eben aus diesen eingeklammerten Zahlen, dass es unzweckmässig war, die sphärische Aberration speziell für den Vereinigungspunkt der Achsenstrahlen zu berechnen, wie dies Lord Rayleigh that. Man musste so nothwendig zu falschen Schlüssen über den Einfluss dieses Fehlers auf die Lichtstärke kommen. Z. B. für $\mathfrak{A} = 3$ würde man als Lichtstärke nur 43% des vollen Werthes bekommen. Allein bei vollständiger Abwesenheit der sphärischen Aberration wäre die Lichtstärke an dieser selben Stelle der optischen Achse auch nur 44%, während sie vielmehr beim Vorhandensein einer sphärischen Aberration vom Betrag $\mathfrak{A} = 3$ im Symmetriepunkt das Maximum 95%

erreicht, sodass die Verringerung der vollen Lichtstärke um 5% eben anfängt, die Empfindungsschwelle des Auges merklich zu überschreiten. Die früheren Untersuchungen meinten also die sphärische Aberration zu treffen, betrafen aber, wie ich schon *a. a. O.* erwähnte, lediglich die Abnahme der Lichtstärke beiderseits vom Brennpunkt längs der optischen Achse. Durch vorstehende genaue Darlegung an einem Zahlenbeispiel dürfte diese eigenthümliche Sachlage wohl ganz klar gekennzeichnet sein.

Tabelle II.

𝔄	$\Delta = 0$	$\Delta = \pm \frac{a}{4}$	$\Delta = \pm \frac{a}{2}$	𝔇	$\Delta = 0$	$\Delta = \pm \frac{a}{2}$
0	100	100 (100)	100 (100)	0	100	100 (100)
1	99 +	97 + (98)	91 + (92)	1	96	94 (98)
2	98	90 (92)	69 + (71)	2	84 +	78 (92)
3	95	79 (82 +)	43 (44)	3	68 +	57 + (82 +)
4	91 +	65 + (71)	21 + (20 +)	4	51	38 + (71)
5	87	52 (57 +)	10 (05 +)	5	34 +	25 (57 +)
6	81 +	39 + (44)	08 + (00)	6	21 +	18 (44)
7	76	30 (31 +)	11 (01)	7	12	16 + (31 +)
8	69 +	23 + (20 +)	13 (03 +)	8	06 +	16 (20 +)

Was sodann den Gang der sphärischen Aberration anbetrifft, so ergiebt sich, dass selbst bei ziemlich starken Abweichungen z. B. $\mathfrak{A} = 2$, wie sie wohl kein Optiker ohne Noth in einem Fernrohrobjektiv lassen wird, die Abnahme der Lichtstärke noch unter der Empfindungsschwelle des Auges bleibt, welche bekanntlich bei 3% bis 4% für mittlere Lichtstärken liegt. Wenn ich mir erlaube, bei dieser Gelegenheit an die Abhandlung „Die Justirung und Prüfung von Fernrohrobjektiven" von der Firma T. Cooke & sons; übersetzt von Dr. Rudolph Straubel in Jena (*diese Zeitschr. 14. S. 113. 1894*) zu erinnern, so möchte ich der Meinung Ausdruck geben, dass es schwerlich möglich ist, *geringe* Reste der sphärischen Aberration, wie sie in einem nicht völlig verfehlten Fernrohrobjektiv vorkommen mögen, durch Beobachtung von Modifikationen des Beugungsbildes seitlich von der Achse mit dem *Auge* festzustellen. Nach den Erfahrungen, welche Dr. H. Schroeder über Schliff und Politur optischer Flächen neuerdings mitgetheilt hat, ist es mir eher wahrscheinlich, dass solche Modifikationen im Aussehen des Beugungsbildes eines leuchtenden Punktes von Zonenfehlern bei der mechanischen Herstellung herrühren. Ich bin im Laufe meiner Studien immer mehr von der Aengstlichkeit in Bezug auf die Schädlichkeit von sphärischer Aberration *geringen* Grades zurückgekommen und glaube, dass deren Einfluss bei weitem überschätzt worden ist, wenn ich auch der Meinung bin, dass man eine solche rechnerisch nicht ohne Noth, d. h. nicht grösser, als man ohne zu mühsame Berechnung erreichen kann, lassen soll, schon aus dem Grunde, weil dadurch die möglichst strenge Einhaltung der Sinusbedingung, also die Güte der Bilder seitlich von der optischen Achse, schädlich beeinflusst wird.

Die Berechnung obiger Werthe für die sphärische Aberration erfolgte nach der Formel auf *S. 68* meiner „Theorie des Fernrohrs". Es sei mir an dieser Stelle gestattet, eine Auslassung in genanntem Werke zu verbessern. Die betreffende Formel würde für Werthe von $\mathfrak{q}$ ausserhalb des Bereiches $\mathfrak{q} = 0$ bis $\mathfrak{q} = 1$ also z. B. für *negative* Werthe von $\mathfrak{q}$ ihre Gültigkeit verlieren. Sie erhält dieselbe jedoch sofort wieder, wenn man nur beachtet:

Für negative Werthe von $\mathfrak{q}$ hat man in jeder Klammer statt der Summe vielmehr die Differenz der beiden Integrale zu nehmen.

Gehen wir nun zum Astigmatismus über. Sowohl für den Brennpunkt als auch theilweise für den Symmetriepunkt wurde die Lichtstärke aus Reihenentwicklungen gewonnen, für letzteren, wiewohl ich im Nachtrag meiner „Theorie des Fernrohrs" eine elegante Formel angegeben habe, aus dem Grund, um bei den Werthen $\mathfrak{Q} = 1$, 3, 5, 7 die Interpolation der nur für ganzzahlige Werthe der Variabeln berechneten Bessel'schen Funktionen umgehen zu können. Ich will die beiden Reihen hier mittheilen:

$$M^2(\varDelta = 0) = \Big\{ 1 - \frac{1 \cdot \mathfrak{Q}^2}{2^2 \cdot 2 \cdot 6} + \frac{3^2 \cdot \mathfrak{Q}^4}{2^4 \cdot 24 \cdot 120} - \frac{15^2 \cdot \mathfrak{Q}^6}{2^6 \cdot 720 \cdot 5040} + \frac{105^2 \cdot \mathfrak{Q}^8}{2^8 \cdot 40\,320 \cdot 362\,880} - \frac{945^2 \cdot \mathfrak{Q}^{10}}{2^{10} \cdot 3\,628\,800 \cdot 39\,916\,800} \pm \cdots \Big\}^2$$

$$M^2\left(\varDelta = \pm \frac{a}{2}\right) = 1 - \frac{1}{1 \cdot 2} \cdot \frac{\mathfrak{Q}^2}{2^3} + \frac{3}{2^2 \cdot 6} \cdot \frac{\mathfrak{Q}^4}{2^6} - \frac{15}{6^2 \cdot 24} \cdot \frac{\mathfrak{Q}^6}{2^9} + \frac{105}{24^2 \cdot 120} \cdot \frac{\mathfrak{Q}^8}{2^{12}} - \frac{945}{120^2 \cdot 720} \cdot \frac{\mathfrak{Q}^{10}}{2^{15}} + \frac{10\,395}{720^2 \cdot 5040} \cdot \frac{\mathfrak{Q}^{12}}{2^{18}} - \frac{135\,135}{5040^2 \cdot 40\,320} \cdot \frac{\mathfrak{Q}^{14}}{2^{21}} + \frac{2\,027\,025}{40\,320^2 \cdot 362\,880} \cdot \frac{\mathfrak{Q}^{16}}{2^{24}} - \frac{34\,459\,425}{362\,880^2 \cdot 3\,628\,800} \cdot \frac{\mathfrak{Q}^{18}}{2^{27}} \pm \cdots$$

Die Koëffizienten sind bekannte figurirte Zahlen; das Gesetz bei beiden Reihen lässt sich leicht erkennen; für Werthe von $\mathfrak{Q} < 8$ kommt man natürlich mit weniger Gliedern für die gewählte Genauigkeit aus.

Die Reihe für M^2 $(\varDelta = \pm a/2)$ ist noch aus einem andern Grunde wichtig: es ist zugleich die Formel für die Lichtstärke im Brennpunkt einer *Zylinderwelle*; man hat nur an Stelle von $\mathfrak{Q}$ zu setzen $\mathfrak{E} = \frac{\pi \mathfrak{r}^2}{\lambda p}$; beispielsweise wird für $\mathfrak{r} = 1$ *mm* und $p =$ 1000 *mm* (welcher Fall in einem Augenglas für den geringsten Grad von Astigmatismus vorliegen kann) bereits $\mathfrak{E} = 2\pi$; für stärkere Grade müsste man also entweder die Reihe noch weiter entwickeln, oder man erhält das Resultat in den Hunderteln nicht mehr genau. Eigentlich wären beide Reihen noch mit dem bekannten Lichtverdichtungsfaktor $\left(\frac{\pi \mathfrak{r}^2}{\lambda p}\right)^2$ zu multipliziren, um dem Gesetz der Erhaltung der Energie zu genügen.

Was nun den Gang des Astigmatismus betrifft, so wollen wir uns die Anwendung der Tabelle an einem Beispiel klar machen. Wie ich aus Winkelmann's „Handbuch der Physik" *2. S. 221* entnehme, beträgt in einem Zeiss-Anastigmaten 1:18 bei einem Bildwinkel von 40° der Astigmatismus +1,0 und die mittlere Bildwölbung +0,5 für eine Brennweite von 100 *mm*; *für diese Brennweite* ist also $a = 1$ *mm* sowie $\frac{2\mathfrak{r}}{p} = \frac{1}{18}$ und, wie wir aus Tabelle I entnehmen, alsdann $\mathfrak{Q} = 4{,}84$; gehen wir damit in Tabelle II ein, so finden wir, dass die Lichtstärke im Symmetriepunkt über 35%, im Brennpunkt (hier zugleich Bildpunkt, indem die mittlere Bildwölbung gerade halb so gross als der Astigmatismus ist) über 25% beträgt, ein gegenüber anderen Systemen sehr günstiges Resultat; denn vielfach gelangt man zu ganz enormen Werthen von $\mathfrak{Q}$, und wenn man auch berücksichtigt, dass in Folge der bedeutenden Grösse des Korns gerade bei den empfindlichen Platten ja nicht nur der Mittelpunkt der Beugungsfigur, sondern unter Umständen der grössere Theil des Lichtgebirges auf ein einziges empfindliches Element trifft, so muss ich es nach unserer Tabelle doch dahingestellt sein lassen, ob man sich mit der „Schärfe" des Bildes in solchen Fällen zufrieden geben will oder nicht. Auf jeden Fall giebt die Berechnung der Grösse $\mathfrak{Q}$ das richtige Maass an die Hand, um verschiedene Systeme mit einander zu vergleichen und nach ihrer Güte in eine Reihenordnung zu bringen, was sich mit der blossen Kenntniss des Betrages a in keiner Weise bewerkstelligen lässt. Unter keinen Umständen kann

ich mit der in der Mittheilung C. P. Goerz' neues Doppelobjektiv (*Centralzeitung f. Optik u. Mechanik 17. S. 132. 1896*) befindlichen Aeusserung übereinstimmen, wobei es sich um ein photographisches Objektiv handelt, das für 30 *mm* Oeffnung und 240 *mm* Brennweite bei einer Neigung von 30° gegen die optische Hauptachse und Zusammenfallen der Bildebene mit der Brennlinie der Meridionalstrahlen einen Astigmatismus von der Grösse $a = 12$ *mm* ergiebt: „Dieser thatsächlich noch vorhandene Rest von Astigmatismus übt auf die Schärfe des Randbildes keinen grösseren Einfluss aus, als ihn die sekundäre sphärische Abweichung in der Achse hervorbringt.“ Hier stehen Behauptung und Rechnung einander direkt gegenüber, und ich überlasse es dem Leser, welcher von beiden er mehr glauben will.

II. Chromatische Aberration.

Indem ich mir erlaube, zur Vermeidung von Weitschweifigkeiten (insbesondere die Erklärung der Zeichen und Tabellen betreffend) auf meine oben erwähnten zwei Studien „Ueber den Einfluss der chromatischen Korrektion auf die Lichtstärke und Definition der Bilder“ und „Ueber die Farbenabweichung der Fernrohrobjektive und des Auges“ zu verweisen, will ich noch in die Beantwortung zweier Fragen eingehen, deren Aufstellung mir speziell im Interesse der Praxis nützlich schien, nämlich an einem reellen Fall einerseits nachzuweisen, welche Wirkung eine mässige Veränderung der Brennweite auf die Lichtkonzentration im Brennpunkt, d. i. im Mittelpunkt des Beugungsscheibchens eines leuchtenden Punktes ausübt, andererseits den seitlichen Lichtabfall des Beugungsscheibchens mit Rücksicht auf die gleichzeitige Wirksamkeit aller Farben des Spektrums zu untersuchen und festzustellen, in welcher Weise das Auflösungsvermögen durch die chromatische Aberration beeinflusst wird. Ich halte mich wiederum in beiden Fällen an den schon früher behandelten Refraktor von Reinfelder zu Monrepos von 217 *mm* Oeffnung und 259 *cm* Brennweite.

Tabelle III.

λ	Δ :	a =	z	φ ×	i =	w	λ	Δ :	a =	z	φ ×	i =	w
63	100	113	89	01	23	23	59	43	52	83	04	74	296
	92	112	82	05	30	150		36	52	70	13	78	1 014
62	85	111	77	07	39	273	58	30	51	59	27	84	2 268
	78	110	71	12	46	552		24	51	47	46	88	4 048
61	71	109	65	19	52	988	57	18	50	36	65	91	5 915
	64	108	59	27	58	1 566		11	50	22	85	94	7 990
60	57	107	53	36	64	2 304	56	05	50	10	97	97	9 409
	50	106	47	46	69	3 174		01	49	02	100	99	9 900
59	43	105	41	56	74	4 144	55	0	49	0	100	100	10 000
	36	104	35	66	78	5 148		02	48	04	100	99	9 900
58	30	103	29	76	84	6 384	54	08	48	17	91	98	8 918
	24	102	24	83	88	7 304		17	47	36	65	95	6 175
57	18	101	18	90	91	8 190	53	31	47	66	18	91	1 638
	11	100	11	97	94	9 118							77 471
56	05	99	05	99	97	9 603							
	01	98	01	100	99	9 900		24	26	92	01	88	88
55	0	97	0	100	100	10 000	57	18	25	72	11	91	1 001
	02	96	02	100	99	9 900		11	25	44	50	94	4 700
54	08	95	08	98	98	9 604	56	05	25	20	88	97	8 536
	17	94	18	90	95	8 550		01	25	04	100	99	9 900
53	31	93	33	70	91	6 370	55	0	24	0	100	100	10 000
	49	92	53	36	87	3 132		02	24	08	98	99	9 702
52	68	91	75	09	81	729	54	08	24	33	70	98	6 860
						117 106		17	24	71	12	95	1 140
													51 927

Um zunächst den Einfluss der Wahl der Brennweite festzustellen, gab ich dem Objektiv einerseits die doppelte, andererseits die halbe Brennweite bei unveränderter Oeffnung. Da die beugungstheoretische Grösse $\mathfrak{Q} = \pi \cdot \frac{\Delta}{\lambda} \cdot \left(\frac{\mathfrak{r}}{p}\right)^2$ ist, welche die Lichtstärke längs der optischen Achse bestimmt, und die chromatischen Längenabweichungen Δ zur Brennweite p direkt proportional sind, so halbiren sich die charakteristischen Zahlen $\mathfrak{Q}$ oder z bei Verdoppelung der Brennweite und verdoppeln sich bei Halbirung derselben, wie man dies sofort in vorstehender Tabelle erkennt (die chromatischen Längenabweichungen Δ in dieser Tabelle wurden durchgehends unverändert gelassen, dafür die charakteristischen Entfernungen a statt im quadratischen Maasse vielmehr nur im einfachen mit der Brennweite verändert, was *rechnerisch* auf das gleiche hinauskommt; unter Δ möge man also hier nicht die absoluten, sondern blos die relativen chromatischen Längenabweichungen verstehen, was ich zur Vermeidung eines Missverständnisses ausdrücklich hervorheben will).

Es ergiebt sich nun aus dieser Tabelle, wenn man 231 600 als Grenzwerth für die einer unendlich langen Brennweite entsprechende Lichtsumme setzt,
die der wirklichen Brennweite = 259 *cm* entsprechende Lichtsumme 77 471 = 33,5 %,
die der doppelten Brennweite = 519 *cm* entsprechende Lichtsumme 117 106 = 50,6 %,
die der halben Brennweite = 130 *cm* entsprechende Lichtsumme 51 927 = 22,4 %.

Man kann dieses Resultat etwa folgendermaassen ausdrücken: *Bei den bisher gebräuchlichen Verhältnissen in der Wahl der Glassorten und der Brennweite gewinnt man durch deren Verdoppelung um die Hälfte mehr Licht.*

Damit glaube ich den praktischen Optikern die Möglichkeit gegeben zu haben zu überschlagen, welchen Vortheil sie durch Vergrösserung der Brennweite erwarten können, bezw. welchen Nachtheil sie durch das Verlangen, die Brennweite zu verkürzen, mit in Kauf nehmen müssen.

Gehen wir nun zum Studium der anderen Frage über.

Tabelle IV.

λ	Δ :	a =	z	φ_0	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	φ_5	φ_6	φ_7	φ_8	φ_9	$\times\ i$
59	43	54	80	06	03	04	06	08	06	03	02	02	01	74
58	30	53	57	30	24	12	08	07	05	02	01	01	01	84
57	18	52	35	66	52	23	07	05	04	01	00	01	00	91
56	05	51	10	97	75	33	05	01	02	01	00	00	00	97
55	0	50	0	100	77	33	05	00	02	01	00	00	00	100
54	08	49	16	92	72	32	05	02	02	01	00	01	00	98
53	31	48	64	20	16	09	07	08	06	03	02	02	01	91

λ	w_0	w_1	w_2	w_3	w_4	w_5	w_6	w_7	w_8	w_9
59	444	222	296	444	592	444	222	148	148	74
58	2 520	2 016	1 008	672	588	420	168	84	84	84
57	6 006	4 732	2 093	637	455	364	91	0	91	0
56	9 409	7 275	3 201	485	97	194	97	0	0	0
55	10 000	7 700	3 300	500	0	200	100	0	0	0
54	9 016	7 056	3 136	490	196	196	98	0	98	0
53	1 820	1 456	819	637	728	546	273	182	182	91
	39 215	30 457	13 853	3865	2656	2364	1049	414	603	249
	100	78	35	10	07	06	03	01	02	01

Man findet in vorstehender Tabelle nicht blos 1 sondern vielmehr 10 Werthe von φ und w entsprechend 10 verschiedenen Abständen (Radien der Beugungsringe) von der optischen Achse in der Brennebene, für welche die beugungstheoretische

Grösse $Z = \frac{2\pi r\sigma}{\lambda p}$ nacheinander die Werthe 0 bis einschl. 9 annimmt. Für $Z=0$, d. h. bei ausschliesslicher Betrachtung von φ_0 und w_0, stimmt diese Tabelle mit dem mittleren Theil der vorigen überein, mit dem einzigen Unterschied, dass ich hier die Untersuchung der Einfachheit wegen nur für ganze Werthe 53 bis einschliesslich 59 von λ durchgeführt habe. Die 10 verschiedenen Lichtsummen entsprechen den aufeinanderfolgenden Intensitäten im Brennpunkt und den ihn umgebenden 9 Beugungsringen; in der letzten Zeile habe ich dieselben reduzirt auf den Werth 100 als Einheit, welcher die Lichtstärke im Brennpunkt darstellt. Vergleicht man nun den seitlichen Lichtabfall im Beugungsscheibchen bei monochromatischem grüngelben Licht von der Wellenlänge $\lambda = 0{,}55\,\mu$ mit dem entsprechenden bei gleichzeitigem Wirken aller Farben innerhalb des Intervalls $\lambda = 0{,}53\,\mu$ bis einschliesslich $\lambda = 0{,}59\,\mu$, so erhält man folgende Uebersicht:

Z =	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\lambda = 0{,}55\,\mu$	100	77	33	05	00	02	01	00	00	00
$\lambda = \begin{cases} 0{,}59 \\ 0{,}53 \end{cases} \mu$	100	78	35	10	07	06	03	01	02	01

Während sich für die erste Lichtkurve als Grenze des Auflösungsvermögens bei 0% Empfindlichkeit des Auges der Werth $Z = 2{,}95$ ergab[1]), findet sich für die zweite Lichtkurve als Grenzwerth etwa $Z = 3{,}0$, d. h. ziemlich das gleiche; man kann demnach sagen: *die starke chromatische Aberration der gebräuchlichen „achromatischen" Fernrohre verringert im Gegensatz zu der Herabdrückung der Lichtstärke im Brennpunkt bis auf* $^1/_3$ *des vollen Werthes nicht sowohl das Auflösungsvermögen an und für sich als vielmehr die Nutzbarmachung desselben infolge der begrenzten Empfindlichkeit des Auges oder der photographischen Platte.*

Ich habe mir bei der Berechnung der letzten Tabelle einige Vereinfachungen gestattet, nämlich die Werthe Z für sämmtliche Farben trotz des Nenners λ als gleich angenommen; der Fehler in den Werthen φ wird jedoch dadurch nicht viel grösser als etwa 1 Hundertel, ausserdem haben die beiden Seiten des Spektrums „roth" und „blau" entgegengesetzte Wirkungen, welche sich gegenseitig grösstentheils aufheben. Der Umstand, dass die Farben ausserhalb des Intervalls $\lambda = 0{,}53\,\mu$ bis $\lambda = 0{,}59\,\mu$ überhaupt nicht berücksichtigt wurden, lässt das Resultat um eine Kleinigkeit günstiger erscheinen, als es in Wirklichkeit der Fall ist. Im Uebrigen ist ersichtlich, dass diese Tabelle in ihren Zahlenwerthen nicht den gleichen Anspruch an Genauigkeit macht, wie die übrigen; für die Eruirung des Resultates ist dies hier nicht erforderlich.

Zum Schlusse dieser Untersuchungen will ich noch in eine vergleichende Besprechung der wichtigsten Aberrationen mit besonderer Berücksichtigung des Fernrohrobjektivs eingehen.

1. *Chromatische Aberration:* Diese ist die bedeutendste und schädlichste aller Abweichungen, einmal wegen der starken Herabdrückung der für die Sichtbarmachung an und für sich sowie für die Definition nothwendigen spezifischen Lichtstärke, zum anderen wegen der mit letzterem Hand in Hand gehenden indirekten Schädigung des Auflösungsvermögens durch Verschleierung der feinsten Strukturelemente des Bildes. Dieselbe kann durch Wahl langer Brennweiten in mässigen Grenzen verbessert werden. Die Korrektion ist so zu bewerkstelligen, dass der Scheitel oder Wendepunkt der sogenannten Farbenkurve möglichst nahe der wirksamsten Stelle

[1]) Vgl. meine Abhandlung „Beugungsbilder und deren Messung", *diese Zeitschr.* ***16.*** *S. 257. 1896.*

des Spektrums — etwa $\lambda = 0{,}55\,\mu$ für Beobachtung weisser Objekte von mittlerer Helligkeit mit dem Auge — zu liegen kommt.

2. *Sphärische Aberration*: Diese Abweichung kann wenigstens für Fernrohrobjektive ohne Schwierigkeit durch das ganze zu brauchbarer Wirkung kommende Intervall des Spektrums in den Grenzen völliger Unschädlichkeit entsprechend dem Betrage $\mathfrak{A} < 1$ gehalten werden; die Korrektion ist für die wirksamste Stelle des Spektrums möglichst genau zu bewerkstelligen; kann aus irgend welchen Gründen ein Rest sphärischer Aberration an dieser Stelle nicht vermieden werden, alsdann ist die Korrektion der chromatischen Aberration für die Strahlen aus der Einfallshöhe $h = 0{,}707\,r$ zu vollziehen, sodass der Scheitel oder Wendepunkt der Farbenkurve und der Mittelpunkt der sphärischen Abweichungslänge beide unter sich und zugleich mit der wirksamsten Stelle des Spektrums zusammenfallen.

3. *Koma*: Von den die Güte der Bildpunkte seitlich von der optischen Hauptachse beeinflussenden Abweichungen sind die Fehler gegen die Sinusbedingung von grösster Schädlichkeit. Die Sinuskorrektion ist für die wirksamste Stelle des Spektrums möglichst genau zu bewerkstelligen und bleibt dann wenigstens für Fernrohrobjektive durch das ganze zu brauchbarer Wirkung kommende Intervall des Spektrums in engen Fehlergrenzen.

Ist aber der Bildpunkt seitlich von der optischen Hauptachse mit Koma behaftet, alsdann ist der Ort der richtigen Einstellung nicht sowohl der Mittelpunkt des scheinbar elliptischen Beugungsscheibchens, sondern vielmehr der Punkt grösster Helligkeit (zugleich Mittelpunkt der einseitig leuchtenden Beugungsringe).

4. *Astigmatismus*: Diese Abweichung kann wenigstens für Fernrohrobjektive in mässigem Umkreis vom Brennpunkt durch Vergrösserung der Brennweite in den Grenzen völliger Unschädlichkeit entsprechend dem Betrage $\mathfrak{Q} < {}^1/_2$ gehalten werden; die Korrektion bei Systemen von komplizirterer Zusammensetzung ist für die wirksamste Stelle des Spektrums möglichst genau zu bewerkstelligen; bleibt aus irgend welchen Gründen ein Rest von Astigmatismus bestehen, alsdann ist die Korrektion der *Bildwölbung* dahin zu vollziehen, dass Ebenheit des Bildes womöglich für den Mittelpunkt der astigmatischen Abweichungslänge erreicht wird. Der Mittelpunkt der astigmatischen Abweichungslänge ist zugleich der Ort der richtigen Einstellung für astronomische Messungen mit entsprechender Reduzirung durch nachträgliche Rechnung.

5. *Chromatische Differenz der hinteren Knotenpunkte*: Diese Abweichung ist zwar für die möglichste Lichtkonzentration in den Bildpunkten seitlich von der optischen Hauptachse schädlich, aber für die Erfassung des Ortes der richtigen Einstellung insofern günstig, als bei Ausbreitung des Bildpunktes in ein Spektrum das der wirksamsten Stelle desselben entsprechende Beugungsscheibchen in der Mitte, also im Symmetriepunkt des ganzen Beugungsbildes liegt, während es beim Zusammenklappen des Spektrums durch entsprechende bei Systemen von komplizirterer Zusammensetzung mögliche Korrektion am Ende des zusammengefalteten Farbenbildes, also unsymmetrisch liegt. Die chromatische Differenz der hinteren Knotenpunkte ist wenigstens für Fernrohrobjektive unschädlich.

6. *Photographische Objektive*: Die Korrektion derselben im Sinne obiger Ausführungen gleichzeitig für das Auge sowohl als auch die photographische Platte ist unmöglich; der beliebte Weg chromatischer Korrektion für ein Linienpaar z. B. $\lambda = 0{,}55\,\mu$ und H_γ ist illusorisch; wo die höchste Schärfe verlangt wird, da empfiehlt es sich, das System für die bei dem bestimmten Zweck chemisch wirksamste Stelle zu korrigiren und zum Zweck der Einstellung mit dem Auge geeignete Gläser vorzusetzen, welche

eine entsprechende Verschiebung der Korrektion für die optisch wirksamste Stelle des Spektrums bewerkstelligen, unter Umkehrung des für den optisch-photographischen Lickrefraktor angewendeten Prinzips.

Eine Theorie der Berechnung zweitheiliger Fernrohrobjektive, worunter ich verstehe einen Satz von Formeln, in welche man nur die gewählten Brechungsexponenten, Oeffnung und Brennweite, einzusetzen braucht, um Radien und Dicken der Linsen zu erhalten, giebt es nicht, der allzu grossen Komplikation dieser Formeln wegen. Dies ist aber auch gar nicht nöthig; ebenso leicht macht der praktische Optiker seine trigonometrischen Berechnungen und hat es dabei im Allgemeinen noch in der Hand, auf Grund obiger Berechnungen die Grenze festzusetzen, innerhalb der er aus diesen oder jenen Gründen Fehler lassen will. Denn geringe Fehler sind absolut unvermeidlich, theils weil sie in der Natur der Sache liegen, so z. B. auch Zonenfehler bei der sphärischen Aberration, theils weil man eine allzu mühsame Rechnung bezw. öftere Wiederholung derselben scheut, grossentheils endlich, weil man bei komplizirten Systemen den einen Fehler nicht vermeiden kann, ohne einen andern zu begehen (Methode der gegenseitigen Ausgleichung der Fehler). Zudem scheint sich mir nach den interessanten Aeusserungen von Dr. H. Schroeder immer mehr herauszustellen, dass die praktische Bearbeitung eines Objektives *mindestens* ebensoviel Sorgfalt und Erfahrung erheischt als die theoretische Berechnung, und dass manche Erscheinungen einer mangelhaften Berechnung zugeschrieben werden, welche höchstwahrscheinlich Anzeichen einer mangelhaften Bearbeitung sind. Es muss eben Theorie und Praxis Hand in Hand gehen, und nach der theoretischen Seite wenigstens bin ich versucht zu glauben, dass kein Grund mehr hindert, Fernrohrobjektive mit jedem gewünschten Grad von Güte herzustellen.

Ich möchte, indem ich dieses Kapitel beschliesse, nur noch kurz auf die Grundlagen der von mir entwickelten Formeln zu sprechen kommen. Ich ging aus von der Wirkung einer kugelförmigen Welle, welche in Folge *geometrischer* kreisförmiger Grenzen nicht voll zur Geltung kommen kann, auf die Umgebung ihres Mittelpunkts. Die hierfür maassgebenden mathematischen Beziehungen sind genau dieselben wie in der durch v. Lommel theoretisch untersuchten und experimentell mit glänzender Bestätigung geprüften Beugungserscheinung einer kreisförmigen Oeffnung. Alles andere fasste ich auf als Modifikationen ersten Grades dieser Grundvorstellung. Insofern sind meine Entwicklungen durch die erwähnten Studien in erster Annäherung mitbestätigt, und insbesondere gegen gewisse Zweifel und Einwände (als z. B. die Richtigkeit der Schwingungsphase, die Wirkung des Neigungswinkels der gebeugten Elementarstrahlen u. s. w. betreffend) von vornherein gesichert. Ich hielt es nicht für überflüssig, diese Bemerkungen über die Grundlage meines ganzen Gebäudes hier am Schluss noch beizufügen.

III. Astronomische Beugung.

Es kann nicht zweifelhaft sein, dass Beugung des Lichts nicht nur im Fernrohr, sondern auch an den Himmelskörpern selbst stattfindet, es müsste denn sein, dass die Gesetze des Lichts mit der Weite der durchmessenen Räume sich ändern. Insbesondere wird man z. B. nicht daran zweifeln, dass in grosser Entfernung von einem Planeten oder Trabanten *in der Achse* des Schattenkegels (wohlgemerkt rede ich hier von einem geometrischen Gebilde ohne *seitliche Ausdehnung*) von Seiten der zentral verdeckten Mitte der Sonne nicht Dunkelheit, sondern volle Lichtstärke herrscht, als wäre der schattengebende Körper gar nicht vorhanden.

Eine andere Frage ist jedoch, ob diese Verhältnisse im Stande sind, die Schärfe der Beobachtung der auf dem Wechsel von Licht und Schatten beruhenden astronomischen Erscheinungen, der sogenannten Randphänomene, für unsere Sinne wenigstens und die bisher gebräuchlichen Beobachtungsmethoden merklich zu modifiziren. Daraufhin mussten die wichtigsten Erscheinungen untersucht werden und ich kann hier gleich vorwegnehmen, dass glücklicher Weise ein solcher Einfluss sich als im Allgemeinen nicht vorhanden herausgestellt hat. Zum genaueren Verständniss muss ich den Leser vorerst in aller Kürze mit den beiden wichtigen Abhandlungen bekannt machen, welche v. Lommel veröffentlicht hat[1]), nämlich einerseits den „Beugungserscheinungen einer kreisrunden Oeffnung und eines kreisrunden Schirmchens“, andererseits den „Beugungserscheinungen geradlinig begrenzter Schirme“.

Im Folgenden sollen durchgehends bedeuten

a = Abstand von dem leuchtenden Punkt zu dem beugenden Schirm,

b = Abstand von dem beugenden Schirm zu der beleuchteten Fläche,

ζ = Abstand von dem beleuchteten Punkt zu der optischen Achse im Falle der Beugung des Lichts an einem kreisförmigen Schirm,

r = Radius des kreisförmigen Schirms,

ξ = Abstand von dem beleuchteten Punkt zu der geometrischen Grenzebene zwischen Licht und Schatten im Falle der Beugung des Lichts an einem geradlinigen Schirm (und zwar positiv im Licht, negativ im Schatten),

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{a+b}{ab} \text{ bezw.} = \frac{2\pi}{\lambda b} \text{ für } a = \infty,$$

$$l = \frac{2\pi\zeta}{\lambda b} \text{ bezw.} = \frac{2\pi\xi}{\lambda b}.$$

Es liegt nahe, die durch Planeten oder Trabanten bewirkten Verfinsterungen mit den Beugungserscheinungen eines kreisrunden Schirmchens zu vergleichen.

Tabelle V.

Halbebene				Kreisscheibe				
x	(ξ)	—	+	z	$y = \pi$	2π	3π	4π
0	0	25	25	0	405	101	045	025
1	1	08 +	72 +	1	238	059	026	015
2	1,4	05 +	102 +	2	048	007	003	001
3	1,7 +	04 +	123 +	3	150	015	005	002
4	2	03 +	135	4	224	027	009	005
5	2,2 +	03	136 +	5	267	015	003	001
6	2,4 +	02 +	129 +	6	482	030	005	002
7	2,6 +	02	117 +	7	459	048	011	004
8	2,8 +	02	103	8	468	048	007	002
9	3	01 +	90	9	332	086	011	003
10	3,1 +	01 +	81	10	419	103	020	005

In diesem Falle setzt v. Lommel

$$y = kr^2 \text{ bezw. } z = lr.$$

Ich habe aus den am Schlusse den Abhandlungen beigegebenen Tabellen im Vorstehenden einen kurzen Auszug mitgetheilt; derselbe hat nur den Zweck, des Verständnisses halber eine ganz flüchtige Uebersicht zu gewähren, wie die Lichtstärke mit den Variabeln y und z sich ändert. Für wirkliche Berechnungen müsste man

[1]) *Abh. der K. bayer. Akademie der Wiss. II. Kl. XV. Bd. II. bezw. III. Abth.*

das ausführliche Tabellenwerk selbst zu Rathe ziehen. Ganz allgemein können wir mit v. Lommel sagen: „Die Erscheinungen sind weit einförmiger als bei der kleinen Oeffnung; in der Mitte befindet sich stets ein heller Punkt, umgeben von einem dunklen Hofe, dem Schatten, in welchem noch dunklere Ringe wahrgenommen werden, die nach aussen hin an Dunkelheit abnehmen, während die Helligkeit ihrer Zwischenräume zunimmt. Ausserhalb des Schattens sieht man auf sehr hellem Grunde schwache dunkle Ringe .... Je kleiner b oder je grösser y wird, desto mehr dunkle Ringe treten in den Schatten ein; die Abstände dieser Ringe erscheinen nahezu gleich und werden mit wachsendem y immer kleiner."

Modell des Venusdurchgangs.

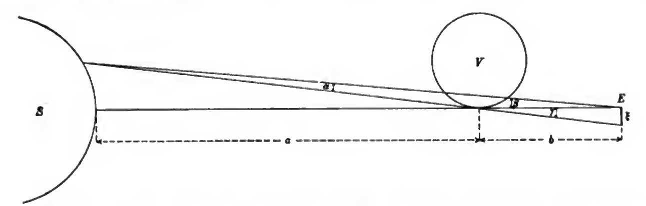
Statt 1 *km* in der Wirklichkeit werde $1\,\mu = 1/1000$ *mm* im Modell gewählt; die Wellenlänge sei durchgehends $\lambda = 0{,}55\,\mu$;

$$a = 107\,410\,000\,\mu = \text{Abstand Venus-Sonne},$$
$$b = 41\,090\,000\,\mu = \text{Abstand Erde-Venus},$$
$$\zeta(1'') = 2\,\pi\,b : 1\,296\,000.$$

Wir erhalten aus obigen Formeln

$$y = 9{,}61 \text{ bezw. } z\,(1'') = 0{,}28.$$

Für die Schattengrenze hat man einfach $y = z$ zu setzen. Die Erscheinung ist also von diesem Standpunkt aus diskutirbar, und ich erlaube mir, ohne hier auf weiteres mich einzulassen, auf nachstehende Figur sowie *S. 102* meiner „Theorie des Fernrohrs" zu verweisen.



Erläuterung: Wenn wir ermitteln wollen, welche Lichtstärke in einem dem scheinbaren geometrischen Planetenrand benachbarten Bildpunkt durch das in der entsprechenden Blickrichtung aus dem Augenort E liegende Element der Sonnenoberfläche hervorgerufen wird — und in dieser Weise Punkt für Punkt die Helligkeit der Sonnenoberfläche suchen und die Lichtstärke des Planetenbildes finden —, dann müssen wir beachten, dass die längs dieser Blickrichtung vermittelte Lichtmenge beugungstheoretisch von dem die Strecke ξ bestimmenden Winkel α abhängt, während die geometrisch-optischen Verhältnisse in dem Winkel β ihren Ausdruck finden. Da sämmtliche Winkel klein sind, so kann man setzen $\gamma = \frac{\xi}{b}$ bezw. $\frac{\alpha}{\beta} = \frac{b}{a}$ und erhält aus der Beziehung $\gamma = \alpha + \beta$ unschwer $\beta = \frac{a}{a+b} \cdot \gamma$, also z. B. in obiger Berechnung $\beta = \frac{a}{a+b} \cdot 0{,}001''$; insofern wir die Punkte ausserhalb und innerhalb des scheinbaren geometrischen Planetenrandes ins Auge fassen, haben wir diesen Werth noch zu verdoppeln.

Ungünstigerweise ergeben sich nun aber, wenn man die Konstanten der *wirklichen* astronomischen Vorgänge in obige Formeln einsetzt, für y sowie z so enorme

Werthe, dass mit den berechneten Tafeln nichts auszurichten ist und nichts anderes übrig bliebe, als die Formeln für sozusagen unendlich grosse Werthe y und z zu diskutiren. Es schien mir näherliegend zu sein, die Diskussion der astronomischen Erscheinungen mit einer kühnen Vertauschung von der Vorstellung ausgehend zu behandeln, dass man es mit der Schirmwirkung einer Halbebene von unendlicher Ausdehnung zu thun habe, und dieses Vorgehen findet meiner Ansicht nach in der *Art* der Ergebnisse seine Berechtigung.

In diesem Fall setzen wir mit v. Lommel

$$x = \frac{l^2}{k} = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{a\,\xi^2}{b\cdot(a+b)}$$

und charakterisiren die Erscheinung mit seinen Worten folgendermaassen: „Im Schattengebiet giebt es keine Maxima und Minima der Lichtstärke, sondern dieselbe nimmt von dem Werthe 1/4 bei $\xi = 0$ fortwährend ab, um sich allmählich in völliger Dunkelheit zu verlieren.... Die Intensität am Rande des geometrischen Schattens beträgt ein Viertel der vollen Lichtstärke.... Die Intensitätskurve erhebt sich demnach von der Höhe 1/4 bei $x = 0$ zuerst über die in der Höhe 1 gezogene Gerade und nähert sich ihr unaufhörlich, indem ihre Biegungen abwechselnd über und unter derselben verlaufen."

Auch hier soll der mitgetheilte Auszug aus den Tabellen nur eine allgemeine Uebersicht gerade für die interessanteste Stelle, die geometrische Schattengrenze, unter Mitnahme eben noch des 1. Maximums und Minimums gewähren.

Venusdurchgang.

$a = 107\,410\,000$ *km* = Abstand Venus-Sonne,
$b = 41\,090\,000$ *km* = Abstand Erde-Venus,
$a + b = 148\,500\,000$ *km* = Abstand Erde-Sonne,
$\xi\,(1'') = 2\,\pi\,b : 1\,296\,000$ (ergiebt zu grosse Werthe).

Wir erhalten aus obigen Formeln

$$x\,(0{,}001'') = 7{,}98.$$

Dieses Resultat können wir mit Hülfe von Tabelle V folgendermaassen deuten: *Innerhalb eines Winkels von* $\frac{2a}{a+b}$ *Tausendteln Bogensekunde am scheinbaren geometrischen Venusrand wächst die Lichtstärke von* 2 *zu* 103 *Hunderteln des vollen Werthes, d. h. der Rand der Venus erscheint für unsere Instrumente so gut wie geometrisch scharf begrenzt.* Es ist dieses Resultat von grosser Wichtigkeit für die Messungen des Durchmessers der Venus mittels des Heliometers. Zugleich erkennen wir, was das Studium der Erscheinung des schwarzen Tropfens an *Modellen* betrifft: *Die an Modellen und die an wirklichen astronomischen Vorgängen beobachteten Erscheinungen lassen sich nicht ohne weiteres mit einander vergleichen, indem die physikalisch-optischen Verhältnisse beider im Gegensatz zu den geometrisch-optischen unter Umständen wesentlich verschieden sind.*

Merkurdurchgang.

$a = 57\,484\,000$ *km* = Abstand Merkur-Sonne,
$b = 91\,016\,000$ *km* = Abstand Erde-Merkur,
$x\,(0{,}001'') = 9{,}46.$

Durchgang von Trabant I durch die Jupiterscheibe.

$a = 415\,000$ *km* = Abstand Trabant I-Jupiter,
$b = 772\,185\,000$ *km* = Abstand Erde-Trabant I,
$x\,(0{,}01'') = 11{,}14.$

Verfinsterung von Trabant IV durch Jupiter.

$a =$ 772 600 000 *km* = Abstand Jupiter-Sonne,
$b =$ 1 850 000 *km* = Abstand Trabant IV-Jupiter,
$\xi =$ 12,74 *m* für $x = 1$.

Wir können dieses Resultat mit Hülfe von Tabelle V folgendermaassen deuten: *Innerhalb 25,5 m auf der Oberfläche von Trabant IV wächst die Lichtstärke von 8 zu 73 Hunderteln des vollen Werthes, d. h. der Schatten des Jupiter ist so gut wie geometrisch scharf begrenzt mit Rücksicht auf die Grösse von Trabant IV.* Man darf hier nicht etwa in den Fehler verfallen zu glauben, dass der Trabant in dem Moment, wo ihn der Schatten Jupiters halbirt, nur $1/4$ der vollen Helligkeit zeige; längs der geometrischen Grenzlinie allerdings, aber mit Rücksicht auf die Grösse des Trabanten einerseits und die scheinbare Grösse der Sonne andererseits hat man zweifach über sämmtliche Lichtstärken von $x = -\infty$ bis $x = +\infty$ zu integriren. Als Resultat ergiebt sich, wie man leicht einsicht, den geometrisch-optischen Verhältnissen entsprechend nicht sowohl $1/4$ als vielmehr $1/2$ der vollen Lichtstärke. Somit behaupten die Untersuchungen von Dr. Anding, „Photometrische Untersuchungen über die Verfinsterungen der Jupitertrabanten" (München, Selbstverlag) auf Grund der geometrisch-optischen Verhältnisse ihre volle Gültigkeit.

Bedeckung von Fixsternen durch den Mond.

$a = \infty$; $b =$ 381 000 km = Abstand Erde-Mond
Bewegung des Mondes gegen die Sterne = 0″,55 in 1 Sek.
$\xi = 2\,\pi\,b\,.\,0{,}55 : 1\,296\,000$ in 1 Sek.
$x\,(0{,}01'') = 3{,}09$.

Wir können dieses Resultat mit Hülfe von Tabelle V folgendermaassen deuten: *Innerhalb 2 Hundertel Zeitsekunde wächst die Lichtstärke von 4 zu 124 Hunderteln des vollen Werthes, d. h. das Verschwinden bezw. Erscheinen am dunklen Mondrand erfolgt bei zentraler Bedeckung so gut wie plötzlich.* Geht der Stern jedoch fast tangential am Mondrand vorbei, dann ist es nicht unmöglich, die eigenthümlichen Lichtschwankungen zu studiren, indem alsdann die maassgebende Zeit bis 100-fach vergrössert wird. Im Moment der geometrischen Bedeckung zeigt der Stern $1/4$ der vollen Lichtstärke; die stärkste Lichtschwankung (0,25 bis 0,73) und somit der Moment des scheinbaren Verschwindens erfolgt kurz vor dem Eintritt in den geometrischen Schatten. Es wird sich also empfehlen, Sterne, welche am Mondrand fast vorbeigehen, bei Längenbeobachtungen auszuschliessen.

Wir können demnach als Gesammtergebniss aussprechen:

Vom Standpunkt der Beugungstheorie aus ist es wahrscheinlich, dass die wichtigsten astronomischen Erscheinungen für unsere Sinne und gebräuchlichen Instrumente mit einer Schärfe auftreten, als ob sie nach geometrisch-optischen Gesetzen erfolgen würden.

Hiermit bin ich dahin gelangt, dass ich das Problem, *die Theorie des Fernrohrs auf Grund der Beugung des Lichts in grossen Zügen aufzustellen* als gelöst erachten kann, und indem ich mir vorbehalte, diesen oder jenen Punkt später noch eingehender zu behandeln, sehe ich mich in der Lage, meinen Studien auf diesem Gebiet einen vorläufigen Abschluss geben zu können.

Referate.

Die Chamberlin-Sternwarte in Denver.

Engineering **63.** *S. 702. 1897.*

Die mit der Universität zu Denver, Co., verbundene, am Fuss der Rocky Mountains 1800 *m* über dem Meeresspiegel gelegene Chamberlin-Sternwarte verdankt ihr Bestehen der Freigebigkeit des kürzlich verstorbenen Hrn. Chamberlin. Als Hauptinstrument besitzt sie einen von G. N. Saegmüller in Washington, früher Fauth & Co., gebauten Refraktor von 54 *cm* Oeffnung. Die Polarachse des auf deutsche Art montirten Aequatoreales liegt mit einem am oberen Ende sie umgebenden konischen Kranz auf mehreren vertikal nebeneinander stehenden Rollen, deren gemeinsame Achse von einer durch eine Schraube höher oder tiefer zu stellenden Gabel getragen wird. Gegenüber der sonst meist üblichen Art der Entlastung durch eine einzige vertikale Rolle ist hier der Vortheil vorhanden, dass der konische Kranz in seiner ganzen Breite auf den Rollen, die sich bei Drehung des Instrumentes im Stundenwinkel mit verschiedener Geschwindigkeit bewegen werden, aufliegen kann. Am unteren Ende der Polarachse ist je eine Friktionsrolle über und unter der Achse senkrecht zu ihr angebracht, damit einem je nach der Lage des Fernrohres nach oben oder unten ausgeübten Druck entgegengewirkt wird.

Das Uhrwerk befindet sich direkt unter der Polarachse innerhalb des auf der Säule sitzenden Kopfstücks. Der Regulator ist der in den Vereinigten Staaten bei Refraktoren häufig angewandte Young'sche Regulator. An einer vertikalen Achse, die ihre Führung oben in einer festen Scheibe hat, sind zwei kreuzweise übereinander liegende Stäbe befestigt, an deren unteren Enden die Regulatorkugeln angeschraubt sind. An seinem oberen Ende ist jeder der Stäbe durch ein Gelenk mit einem kurzen Arm verbunden, der sich gegen die Peripherie der festen Scheibe lehnt, und zwar um so mehr, je höher die Kugeln durch die Zentrifugalkraft gehoben sind.

Eine Einrichtung, die Saegmüller seit einigen Jahren bei allen grösseren Fernrohren anzubringen pflegt und mit der auch der Refraktor zu Denver versehen ist, sind die Sucherkreise, mittels deren es möglich ist, von einem Standpunkt an der Säule aus das Rohr in bequemster Weise in Rektaszension und Deklination einzustellen, wobei für die Einstellung in Rektaszension der Stundenwinkel nicht erst berechnet zu werden braucht. In *dieser Zeitschr.* **15.** *S. 439. 1895* ist diese Einrichtung ausführlich beschrieben.

Eine grössere Anzahl von Figuren, welche dem Artikel beigefügt ist, giebt dem Fachmann hinreichenden Ersatz für die sehr kurz gehaltene Beschreibung des Instruments.

Die Kuppel misst 10 *m* im Durchmesser und ist von William Scherzer in Chicago konstruirt. Die Spaltöffnung ist 1,5 *m* breit und reicht 0,75 *m* über das Zenith hinaus. Die Verschlussplatte bewegt sich horizontal auf einer Schiene, deren Krümmungsmittelpunkt an der entgegengesetzten Stelle der Kuppel liegt. *Kn.*

Ein Apparat zur Vergleichung von Thermometern.

Von W. Watson. *Phil. Mag.* (5) **44.** *S. 116. 1897.*

Eine am oberen Ende geschlossene 2,5 *cm* weite Glasröhre, welche die zu vergleichenden Thermometer aufnimmt, ist in einer zweiten, 4,7 *cm* weiten vertikal aufgehängt und der Zwischenraum zwischen beiden am unteren Ende durch einen Kork abgeschlossen. Die äussere Röhre setzt sich nach oben in einen Liebig'schen Kühler fort und steht durch Vermittlung desselben mit einem grösseren Luftreservoir und einem Manometer in Verbindung. Ueber dem Kork zwischen den beiden Glasröhren befindet sich in geringer Höhe eine Flüssigkeit, welche mittels einer durch den elektrischen Strom erwärmten Drahtspirale zum Sieden erhitzt wird. Der Dampf dieser Flüssigkeit umspült dann die innere Glasröhre und erwärmt sie und die darin befindlichen Thermometer auf seine eigene Temperatur, welche durch Verdichtung oder Verdünnung der Luft im Reservoir innerhalb der durch die Art der

Flüssigkeit selbst gesteckten Grenzen beliebig eingestellt werden kann. Der Verfasser hat mit einem solchen Apparate für drei bis vier Stunden eine Konstanz von 0°,1 erhalten. Als Flüssigkeiten benutzte er Schwefelkohlenstoff (20° bis 46°), Methylalkohol (46° bis 79°) und Chlorbenzin (79° bis 120°). Wasser erwies sich als ungeeignet, weil es am inneren Glasrohre Tropfen bildete und dieses somit undurchsichtig machte. *Schl.*

Anwendung der Photographie auf die Messung von Brechungsquotienten.

Von A. und L. Lumière. *Compt. rend.* **124.** *S. 1438. 1897.*

Bekanntlich sind bei der photographischen Aufnahme sehr heller Objekte die auf der Platte auftretenden ringförmigen Höfe äusserst störend. Dieselben rühren davon her, dass die kleinen, stark beleuchteten Theilchen der lichtempfindlichen Schicht selbst als Lichtquellen wirken und nach allen Seiten hin Licht ausstrahlen. Von denjenigen Strahlen, welche auf die Rückwand der Platte nahezu senkrecht auffallen, wird nur ein verschwindend kleiner Bruchtheil reflektirt; dagegen tritt von einem bestimmten Einfallswinkel ab totale Reflexion ein, es entsteht somit um den beleuchteten Punkt der Platte ein scharf begrenzter, ringförmiger Hof, dessen Durchmesser von der Dicke der Platte und dem Brechungsquotient des Glases gegen Luft abhängt. Kennt man somit diesen Ringdurchmesser und die Plattendicke, so lässt sich umgekehrt auch der Brechungsquotient des Glases daraus leicht ableiten. Natürlich muss zum Gelingen des Versuchs die photographische Schicht für die in Frage kommende Lichtart empfindlich und die Platte gut planparallel geschliffen sein. Nach Angabe der Verf. erhält man noch leicht eine Einheit der dritten Dezimale, wenn die etwa 5 *mm* betragende Glasdicke bis auf 1 μ genau bekannt ist und die Fehler bei der Messung des Ringdurchmessers 20 μ nicht übersteigen. Eine solche Genauigkeit soll sich aber leicht erzielen lassen, wenn man als leuchtenden Punkt ein in dünnes Blech gebohrtes Loch von 0,1 *mm* Durchmesser verwendet, das stark beleuchtet wird. Um auf demselben Wege auch den Brechungsquotient einer Flüssigkeit zu bestimmen, benetzt man damit die Rückfläche der photographischen Platte, deren Brechungsquotient gegen Luft man vorher auf die oben erwähnte Weise gefunden hat. Nunmehr hängt der Durchmesser des Hofes von dem Brechungsverhältniss zwischen Glasplatte und Flüssigkeit ab. Man erhält, wie sich leicht ergiebt, für den Brechungsquotient der Flüssigkeit gegen Luft den Werth

$$x = \frac{R\,n}{\sqrt{4e^2 + R^2}},$$

wenn n den Brechungsquotient des Glases gegen Luft, e die Glasdicke und R den Radius des Hofes bezeichnet. *Glch.*

Ueber ein Verfahren zur Demonstration und zum Studium des zeitlichen Verlaufs variabler Ströme.

Von Ferdinand Braun. *Wied. Ann.* **60.** *S. 552. 1897.*

Bekanntlich werden Kathodenstrahlen durch magnetische Kräfte aus ihrer Richtung abgelenkt. In der Figur bedeutet K eine Kathode aus Aluminiumblech, A die Anode, C ein Aluminiumdiaphragma, D einen phosphoreszirenden Schirm; die Kathodenstrahlen werden



auf diesem Schirm einen hellen Fleck erzeugen. Braun bringt nun an die Röhre in die Nähe des Diaphragmas eine Magnetisirungsspule, deren Achse zur Rohrachse senkrecht steht. Alsdann wird durch einen Wechselstrom, der die Spule durchfliesst, der Lichtfleck Schwingungen vollführen, die man durch einen rotirenden Spiegel in bekannter Weise analysiren kann. Auf diese Weise wurden die Stromkurven der Strassburger Zentrale, eines Induktionsapparates, wenn der Sekundärkreis offen, kurz geschlossen und durch einen Kondensator geschlossen war, sichtbar gemacht.

Bringt man an die Röhre zwei Indikatorspulen heran, deren Achsen aufeinander senkrecht stehen, so kann man auf dem fluoreszirenden Schirm Lissajous'sche Figuren erzeugen. Braun bringt auf diese Weise die Phasenverschiebung infolge von Induktion und Kondensatorwirkung zur Anschauung.

Der grosse Vortheil der Methode von Braun liegt darin, dass sie frei ist von Eigenschwingungen des anzeigenden Apparates. Ein Vergleich mit älteren Methoden zeigt dies deutlicher. Frölich[1]) benutzte die Schwingungen von Telephonmembranen, Puluj[2]) kreuzte zwei kleine Induktionsapparate, an deren Federn Spiegel befestigt waren; Stuart Smith[3]) und neuerdings Derr[4]) machten durch Spiegel die Schwingungen einer Saite sichtbar, die zwischen den Polen eines Elektromagneten ausgespannt ist und von Wechselströmen durchflossen wird. Bei allen diesen Methoden haben die schwingenden Systeme einen Eigenton; im Allgemeinen muss direkt dieser Eigenton auf die Stromschwingungszahl abgestimmt werden. Die von Smith (Derr) angegebene Methode hat noch den Vortheil, dass keine Spule nothwendig ist, durch die eine weitere Phasenverschiebung hervorgerufen wird. *E. O.*

Bemerkungen zu dem Referat „Das Streckenmessen in polygonalen Zügen".

Diese Zeitschr. **17.** *S. 62. 1897.*

Meinen unter obigem Titel veröffentlichten Aufsatz hat Prof. Dr. Hammer *a. a. O.* einer Besprechung unterzogen mit dem Inhalt, dass der verfeinerten optischen Entfernungsmessung — somit der auf solcher beruhenden Präzisionstachymetrie überhaupt — nicht nur in der Gegenwart, sondern auch noch für die nächsten Jahrzehnte eine im Vergleich zur direkten Entfernungsmessung und zur gemeinüblichen Tachymetrie nur untergeordnete Bedeutung zuerkannt werden könne.

Ich darf das vorliegende, von so ansehnlicher Seite gefällte und unterschriebene Urtheil nicht hinnehmen, ohne dem geschätzten Leserkreise dieser Zeitschrift diesbezüglich einige Erfahrungsdaten aus meiner Praxis zur Kenntniss zu bringen.

Die Tachymetrie überhaupt, d. h. Polarmethode mit *optischer* Entfernungsmessung, hat unstreitig vor allen anderen und namentlich den auf direkter Streckenmessung beruhenden Aufnahmemethoden so viele und so wichtige Vorzüge, dass sie nicht ausschliesslich nur zu rohen Terrainkotirungen, sondern auch ausserdem zur Bearbeitung der verschiedensten Aufgaben der praktischen Geometrie angewandt zu werden verdient, soweit sie dem jeweilig nothwendigen Genauigkeitsgrade zu genügen vermag. Die wesentlichsten Vorzüge der optischen Entfernungsmessung im Vergleich zur direkten sind,

1. dass ihr Terrainschwierigkeiten nur sehr wenig anhaben können, folglich grössere Operationsfreiheit;
2. dass sie mit grösstmöglicher Schonung der (beispielsweise gesagt) frisch humusirten Eisenbahndamm-Böschungen und aller landwirthschaftlichen Kulturen ausgeübt werden kann, folglich das Vermessungs-Personal nicht so leicht in Gefahr kommt, zu Entschädigungsleistungen aus letzterem Titel verhalten zu werden;
3. dass sie mit sehr erheblich weniger Zeit- und Kostenaufwand verbunden, folglich auch wirthschaftlich vortheilhafter ist.

Es giebt gar keinen Gegensatz zwischen Präzisions- und gemeinüblicher Tachymetrie; denn erstere ist aus der letzteren systematisch hervorgegangen und stellt sich nur als eine höhere Entwicklungsstufe einer und derselben Grundmethode dar. Die Präzisionstachymetrie fängt bei der mit Kreuzlibellen und Stützen versehenen Latte an und endet vorläufig bei einer unter mässig günstigen Umständen noch erreichbaren Genauigkeit von 1:5000 der

[1]) *Elektrotechn. Zeitschr.* **8.** *S. 210. 1887;* **10.** *S. 65. 1889.*
[2]) *Elekrotechn. Zeitschr.* **14.** *S. 686. 1893.*
[3]) *Electrical World* **23.** *S. 172. 1894.*
[4]) *Western Electrician* **20.** *S. 33. 1897.*

optisch gemessenen Entfernung und von ± 20 *mm* pro Kilometer der tachymetrisch nivellirten Strecke. So weit ist bis heute wenigstens die „logarithmische“ Methode der Präzisions-Tachymetrie im grossen Stil praktisch erprobt. Ich selbst habe in den Jahren 1892 bis 1895 meine sehr umfangreichen, zumeist in intensiv belebtem Grossstadtgebiet gelegenen Aufnahmsarbeiten zum Zwecke des Baues der Wiener Stadtbahn ausschliesslich mit Präzisions-Tachymetrie nach der logarithmischen Methode fertiggebracht und kann im Nachstehenden mit einigen täuschungsfreien Daten über die dabei thatsächlich erreichte Genauigkeit dienen.

Sehr sicher und einfach lässt sich auf den Genauigkeitsgrad der optischen Streckenmessung aus den resultirenden Widersprüchen in den Summen der Koordinatendifferenzen schliessen; daher folgen hier in tabellarischer Uebersicht einige solche Summen, genau so, wie sie sich in geschlossenen Polygonen thatsächlich ergeben haben.

Post Nr.	Seitenzahl	Summe der Polygonwinkel	Polygonumfang in Meter	Summe der Koordinaten-Differenzen in Meter				Fehler gleich dem halben Widerspruche in Meter	
				$+\Delta x$	$-\Delta x$	$+\Delta y$	$-\Delta y$	Δx	Δy
1	9	1259°,970	1086,73	261,46	261,38	437,28	437,26	± 0,04	± 0,01
2	8	1080°,025	1359,04	317,24	317,23	549,07	549,06	$\pm 0{,}00_5$	$\pm 0{,}00_5$
3	7	899°,980	1080,88	514,24	514,36	146,95	146,93	± 0,06	± 0,01
4	5	539°,985	716,93	308,84	308,82	148,46	148,41	± 0,01	$\pm 0{,}02_5$
5	28	4680°,034	3819,00	847,87	847,37	1581,09	1581,47	± 0,25	± 0,19

Diese Zahlen sprechen für sich ohne Weiteres. Ein noch ungenauerer Polygonabschluss, im relativen Sinne, als der unter Post 5 ersichtlich gemachte, ist überhaupt nicht vorgekommen.

Was das tachymetrische Nivellement nach der logarithmischen Methode an Genauigkeit thatsächlich leistet, ist aus der folgenden Tabelle zu ersehen. Dieselbe führt ein geschlossenes Polygon vor, und zwar das nämliche, welches unter Post 2 der vorhergehenden Uebersicht steht. Es wurde nach den tachymetrischen Daten stets die Höhe des nächsten Punktes aus jener des vorhergehenden berechnet, wonach eine fortschreitende Fehlerfortpflanzung um den ganzen Polygonumfang herum stattfinden musste.

Punkt Nr.	Höhenkote in Meter		Unterschied in Meter	Punkt Nr.	Höhenkote in Meter		Unterschied in Meter
	tachymetrisch	geometrisch			tachymetrisch	geometrisch	
	nivellirt				nivellirt		
1	196,966	196,965	+ 0,001	5	190,263	190,271	— 0,008
2	196,736	196,740	— 0,004	6	190,880	190,876	+ 0,004
3	195,150	195,155	— 0,005	7	187,845	187,857	— 0,012
4	192,360	192,366	— 0,006	8	195,557	195,570	— 0,013

Die in den obigen beiden Tabellen verzeichneten Resultate wurden sämmtlich mit dem im Jahre 1885 von Starke & Kammerer in Wien gelieferten logarithmischen Tachymeter Nr. 50 erzielt, dessen Fernrohr-Elemente die folgenden sind: Objektivöffnung 54 *mm*, äquivalente Brennweite 240 *mm*, Fadenstärke $1\frac{1}{2}$ μ, 32-malige Vergrösserung. Es muss noch bemerkt werden, dass bei diesen Vermessungsarbeiten für den Bau der Wiener Stadtbahn auch die gesammte Terrainkotirung nach der *logarithmischen* Methode ausgeführt worden ist, und zwar deshalb, weil dieselbe erfahrungsgemäss auch zur raschen Bewältigung solcher Massenarbeit sowohl im Felde als im Bureau besser geeignet ist, als jede andere.

Und wenn dennoch Hammer in seinem Referate wörtlich sagt: „Dass sich ferner die Ingenieurpraxis mit logarithmischen Lattentheilungen, allgemein gesprochen, bald befreunden werde, glaube ich nicht; die Erfahrungen von schon jetzt mehreren Jahrzehnten sprechen

dagegen" — so hat derselbe vollkommen Recht, jedoch mit der Einschränkung, dass an dem Indifferentismus gegenüber der logarithmischen Methode ganz gewiss nicht konkrete Erfahrungen Schuld sein können, sondern nur der Umstand, dass man eben verabsäumt hat, sich hinsichtlich dieser Methode Erfahrungen anzueignen und dies wahrscheinlich auch noch künftig verabsäumen wird.

Bezüglich der von mir bevorzugten sehr kleinen Fadenstärken habe ich, seit den 70er Jahren fast ausschliesslich nur mit $1\frac{1}{2}\,\mu$ starken Fäden praktisch arbeitend, folgende Erfahrungen gemacht.

Beim Gebrauch von Fernrohren, deren Vergrösserung im Verhältniss zur Objektivöffnung übertrieben ist, kann man, insofern nicht eine ausserordentlich grosse Lichtmenge beim Objektiv hereintritt, Fäden von geringer scheinbarer Stärke allerdings nicht unterscheiden. Unter Okularen von 10 bis 7 *mm* äquiv. Brennweite, bei 25- bis 32-facher Vergrösserung und 34 bis 51 *mm* Objektivöffnung habe ich bei Tag, und selbst in Wäldern, nichts von einer Ermüdung des Auges, sondern stets nur die Sehnsucht nach noch feineren Fäden empfunden. Erst in vorgerückter Abenddämmerung wurden die $1\frac{1}{2}\,\mu$ starken Fäden im Walde unsichtbar und im Felde nicht sofort auffindbar, sobald jedoch aufgefunden, waren sie zum Pointiren noch leidlich, zum Zehntelschätzen im Zentimeter-Intervall aber bis 110 *m* Entfernung sehr gut brauchbar. Versuchsweise habe ich mit $1\frac{1}{2}\,\mu$ starken Fäden auch unter Okularen von 20 und von 27 *mm* äquiv. Brennweite gearbeitet und war meinem Auge die scheinbare Fadenstärke unter dem Okular von 20 *mm* gerade recht, unter jenem von 27 *mm* zwar auch noch deutlich sichtbar, jedoch in der Feinheit schon merklich übertrieben. (Mein persönlicher optischer Einstellungsfehler schwankt je nach Beleuchtungsgüte zwischen $9''/v$ bis $15''/v$.) Dabei fand ich, dass es zweckmässig sei, die Kreuzungsstellen der horizontalen Fäden mit dem vertikalen durch auffällige besondere Marken dem Auge bequem auffindbar zu machen.

Während meiner langjährigen Praxis hat vor meinen Fernrohren so mancher Vermessungs-Fachmann gestanden. Ich habe dabei deren drei Kategorien kennen gelernt, und zwar

1. solche, welche vor den sehr feinen Fäden sich entsetzten, aber selbst bei ihnen zusagender Fadenstärke war es mit deren persönlichen optischen Einstellungsfehlern um $40''/v$ bis $60''/v$ herum bestellt;
2. solche, welche die ihnen begreiflich gemachten Vorzüge der kleinen Fadenstärke eingesehen, sich binnen einer Stunde daran gewöhnt und recht befriedigende Beobachtungsresultate geliefert haben; endlich
3. solche, welche sofort auf den ersten Blick in das nach der Zentimeter-Skale gerichtete Fernrohr von dem gewonnenen Eindruck sehr befriedigt waren.

Ich weiss demnach schon seit lange her, dass sich die Fadenstärke zwar in der Theorie ganz entschieden, in der Praxis aber niemals rationell uniformiren lässt. Auf jeden Fall bedeutet die wirkliche Existenz der Kategorien 2. und 3. soviel, dass den schwachen Fäden selbst in praktischer Hinsicht ihre bedingungsweise Opportunität nicht abgesprochen werden darf.

Das Meritorische meines unter dem Titel „Das Streckenmessen in polygonalen Zügen" veröffentlichten Aufsatzes selbst betreffend, ist es meine klare Ueberzeugung, dass die Hammer'sche Besprechung ihm nicht gerecht wird; zumal ich am Schlusse jenes Aufsatzes ausdrücklich betont habe, dass es niemals meine direkte Intention war, die landläufigen Methoden der rohen Terrainkotirungs-Tachymetrie zu verbessern und so müssigerweise ein sich als Feind des Guten kennzeichnendes Bestes zu schaffen, sondern der Tachymetrie auch solche Gebiete der praktischen Geometrie zu erschliessen, auf welchen sie bisher wegen der konventionellen Mängel des landläufigen Instrumenten-Inventars nicht in Anwendung kommen durfte. *Anton Tichý, Ober-Ingenieur der k. k. österr. Staatsbahnen in Wien.*

Mit Doppeltheilung versehene Distanzmess-Latte.

Von E. Boccardo. *Rivista di Topogr. e Catasto* **9.** *S. 136. 1896/97.*

Der Verf. untersucht den Fehler, der dadurch entsteht, dass bei einer in der Mitte gebrochenen Klapplatte nach dem Aufklappen die zwei Stücke der Latte nicht eine Gerade bilden, sondern einen um einen gewissen Betrag von 180° sich entfernenden (konstant angenommenen) Winkel einschliessen. Auch ohne weitläufige Rechnung ist einzusehen, dass man, so lange der genannte Winkelbetrag nicht gross ist und der Theilungsnullpunkt im Scharnier liegt, den Fehler dadurch eliminiren kann, dass man auf jeder Seite der Latte eine Theilung anbringt und die Ablesung auf der gewendeten Latte wiederholt.

Hammer.

Neu erschienene Bücher.

A. Kerber, Beiträge zur Dioptrik, III. Heft. 8°. 16 S. Leipzig, G. Fock 1897.

Verf. giebt in diesem Heft eine Modifikation der in Heft I abgeleiteten Formeln für die sphärischen Abweichungen eines Linsensystems. Mit Rücksicht auf grössere Bequemlichkeit der praktischen Berechnung zerlegt er die früher gefundenen Ausdrücke in zwei Glieder, von denen das erste einen Näherungswerth für die Grösse der Aberration darstellt, das zweite die Korrektion ist, die dem so erhaltenen Werth noch hinzuzufügen ist. Nach den rechnerischen Erfahrungen des Verf. ist die Grösse der Korrektion für Objektive desselben Typus konstant und differirt selbst bei erheblicher Verschiedenheit der benutzten Gläser nur um kleine Beträge. Für das nächste Heft wird die numerische Berechnung der Korrektionsglieder für das Fraunhofer'sche Doppelobjektiv in Aussicht gestellt.

Am Schluss giebt Verf. noch einen Nachtrag zu Heft II (*diese Zeitschr.* **16.** *S. 320. 1896*), der sich mit den Formeln für die Bildkrümmung beschäftigt. *A. K.*

G. Ferraris u. **R. Arnò,** Ein neues System zur elektrischen Vertheilung der Energie mittels Wechselströmen. Uebersetzt von C. Heim. 2. Aufl. gr. 8°. 31 S. m. 14 Abbildgn. Weimar, C. Steinert. 1,35 M.

R. Rühlmann, Grundzüge der Wechselstrom-Technik. Eine gemeinfassl. Darstellg. der Grundlagen der Elektrotechnik der Wechsel- und Mehrphasenströme. Mit 261 Abbildgn. u. 1 Taf. Zugleich Ergänzungsbd. zu: Grundzüge der Elektrotechnik der Starkströme. gr. 8°. VIII, 359 S. Leipzig, O. Leiner. 11,50 M; geb. in Leinw. 13,00 M.

J. J. Thomson, Elemente der mathematischen Theorie der Elektrizität u. des Magnetismus. Deutsche Ausg. v. Prof. G. Wertheim. gr. 8°. XIII, 414 S. m. 133 Abbildgn. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn. 8,00 M.

H. E. Roscoe u. **C. Schorlemmer,** Ausführliches Lehrbuch der Chemie. Anorganischer Thl. in 2 Bdn. 3. Aufl. 2. Bd. Mit 228 eingedr. Holzst. 2. Abth. gr. 8°. X u. S. 433 bis 962 m. 1 farb. Spektraltaf. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn. 14,00 M. — 2. Bd. kplt. 26,00; beide Bände kplt. 52,00 M.

F. Hartner, Handbuch der niederen Geodäsie. 8. Aufl., bearb. von J. Wastler. Heft 1. gr. 8°. 288 S. m. 211 Holzschn. Wien 1897. 16,00 M.

K. Karmarsch, Handbuch der mechanischen Technologie. In 5. Aufl. hrsg. v. Prof. E. Hartig. 6. Aufl., hrsg. v. Prof. Herm. Fischer. 14. Lfg., bearb. v. Prof. H. Fischer u. Prof. E. Müller. gr. 8°. 3. Bd. IV u. S. 1151 bis 1296 m. Abbildgn. Berlin, W. & S. Loewenthal. 5,00 M.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktionskuratorium:

Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender, Prof. Dr. **A. Westphal**, geschäftsführendes Mitglied,
Prof. Dr. **E. Abbe**, Dr. **H. Krüss**.

Redaktion: Dr. **St. Lindeck** in Charlottenburg-Berlin.

XVII. Jahrgang. **November 1897.** Elftes Heft.

Ueber neuere spektrophotographische Apparate.

Von

C. Leiss.

(Mittheilung aus der R. Fuess'schen Werkstätte in Steglitz bei Berlin.)

A. Quarzspektrographen nach V. Schumann [1]).

Die nachstehend beschriebenen Apparate dienen in erster Linie zur photographischen Aufnahme des ultravioletten Spektralgebietes und können auch ausserdem zur direkten oder okularen Beobachtung und zur Messung der Spektren Anwendung finden.

Neben dem farblosen Flussspath kann nur der Quarz als das geeignetste Material für eine grössere Lichtdurchlässigkeit im Ultraviolett in Frage kommen. Die Entdeckung dieser Eigenschaft des Quarzes verdanken wir dem englischen Physiker Stokes, welcher fand, dass ein Prisma aus Quarz ein beträchtlich längeres Spektrum lieferte, als ein solches aus Glas. Während das durchlässigste Glas höchstens Strahlen von der Wellenlänge 3177 (Fraunhofer'sche Linie *R*) passiren lässt, gelang es mehreren verdienstvollen Forschern, mit Quarz die Untersuchungen bis zur Wellenlänge 1852 [2]), ja sogar noch weiter (vgl. Schumann, *a. a. O.* ***102.*** *S. 448. 1893*) auszudehnen.

Zwei optische Eigenschaften des Quarzes — die Linear- und die Zirkularpolarisation — verhindern es, dass nicht jedes beliebige Quarzprisma zur Spektralphotographie Verwendung finden kann. Ein Prisma, dessen brechende Kante parallel der optischen Achse verläuft, würde jeden eindringenden Strahl in zwei linear polarisirte zerlegen und dadurch zur Bildung zweier übereinander gelagerten Spektren der ordentlichen und ausserordentlichen Strahlen Anlass geben. Ist das Prisma dagegen so aus dem Quarz geschnitten, dass seine brechende Kante senkrecht zur optischen Achse steht und seine brechenden Flächen gleiche Winkel mit dieser einschliessen, dann würde sich, selbst wenn die Strahlen das Prisma nicht genau in der Richtung der optischen Achse passiren, in Anbetracht der geringen Doppelbrechung des Quarzes keine Verdoppelung des Spektrums bemerkbar machen. Der Umstand, dass jeder den Quarz in der Richtung der optischen Achse durchsetzende Strahl gedreht wird, hat aber wieder eine Verdoppelung der Spektrallinien zur Folge, wodurch die Deutlichkeit der Spektren gefährdet wird.

Der französische Physiker Cornu hat dieser Verdoppelung der Linien mit Hülfe jener Eigenthümlichkeit des Quarzes, wonach das eine Krystallindividuum die Polari-

[1]) V. Schumann, Ueber die Photographie der Lichtstrahlen kleinster Wellenlängen. *Sitz.-Ber. d. K. Akad. d. Wiss., Wien. Math.-naturw. Klasse.* ***102.*** *1893; Eder's Jahrb. f. Photogr. 1890. S. 158; 1891. S. 217.*

[2]) Nach C. Runge's Messung 1854,09. *Astrophys. Journ. 1895. S. 433.*

sationsebene nach links, das andere dieselbe nach rechts dreht, vorzubeugen gewusst und ein nach ihm benanntes Quarzprisma (Fig. 1) konstruirt. Ein solches besteht aus einem rechts- und einem linksdrehenden Prisma, jedes mit gleich grossem brechenden Winkel von 30°. Beim Gebrauch klebt man, um Lichtverluste zu vermeiden, beide Prismenhälften zweckmässig mit Glyzerin oder Wasser zusammen. Die optische Achse steht, wie aus Fig. 1 ersichtlich, senkrecht auf der gemeinschaftlichen Berührungsfläche beider Prismen.

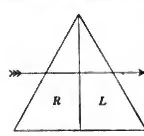


Fig. 1.

Die *Objektive des Kollimators und der Kamera* sind gleichfalls aus Quarz. Die Form der Linsen ist, wenn diese exakt hergestellt, weniger von Bedeutung und man wird daher gewöhnlich plankonvexe Linsen wählen. Wichtig aber ist, dass die geometrische Achse der Linse mit der optischen Achse des Krystalls zusammenfällt. Zweitheilige, nach Art des Cornu'schen Doppelprismas hergestellte Linsen, behufs Aufhebung der Zirkularpolarisation, sind nicht erforderlich, da bei der geringen Dicke der eintheiligen Linsen eine Verdoppelung der Bilder erfahrungsgemäss nicht auftritt. Eine Kombination von Quarz- und Kalkspathlinsen zur Aufhebung der chromatischen Aberration bietet, wie Schumann an einem aus diesem Material von H. Schroeder verfertigten Achromatenpaar gefunden, für die Spektralphotographie auch keinerlei Vortheile, sodass der einfachen Quarzlinse der Vorzug zu geben ist.

Auf die Art der Photogramme übt die *Brennweite der Linsen* einen nicht geringen Einfluss aus. Wählt man diese zu gross (etwa über 1 Meter), dann wird die Apertur, da Quarzkrystalle in genügender Grösse nur schwer oder gar nicht zu beschaffen sind, eine ausserordentlich geringe, und diese kann leicht zu Beugungserscheinungen an den helleren Spektrallinien führen und dadurch Unklarheiten in den Spektren hervorrufen. Ein weiterer Nachtheil zu langer Brennweiten liegt in der grossen, von den Strahlen zu passirenden Luftschicht; bei dem Durchgang durch dieselbe erleiden die brechbarsten Strahlen eine grössere oder geringere Absorption.

Bei zu kurzer Brennweite der Linsen und bei Anwendung eines einzigen Quarzprismas erhält man nur Spektren von sehr geringer Länge, welche den linienreichen, sichtbaren Theil kaum aufzulösen im Stande wären. In der ultravioletten Region, für deren Untersuchung diese Apparate ja vorwiegend bestimmt sind, liegen die Linien viel weiter auseinander als im sichtbaren, weniger brechbaren Gebiet, und es lässt sich daher schon mit einem verhältnissmässig kleinen Apparat die Auflösung dichtstehender Linien in mikroskopischer Schärfe und Deutlichkeit ausführen.

Die zunächst folgende Beschreibung bezieht sich auf einen solchen kleineren Apparat, für dessen Optik die Daten von V. Schumann *a. a. O.* angegeben wurden.

I. Quarzspektrograph (kleineres Modell[1])).

Beschreibung des Apparates. Die Objektive dieses Modells (Fig. 2) besitzen eine *Brennweite* von etwa 150 *mm* (für *Na*-Licht).

Auf dem Kernstück eines kräftigen Dreifusses ist eine sich nach oben verjüngende konische Achse, sowie der in Grade getheilte Kreis *K* fest aufgeschraubt. Um die konische Achse ist der durch die Schraube *a* zu klemmende Träger der Kamera drehbar; die Last der letzteren ist durch das Gewicht *g* äquilibrirt. Mittels des am Kamera-Träger befestigten Nonius *n* können direkt 5' abgelesen werden.

[1]) V. Schumann, *a. a. O. S. 20.*

In die mit dem Dreifuss verbundene konische Achse ist ein gleichfalls konischer, mittels der Griffscheibe *k* drehbarer Zapfen eingesetzt. Dieser trägt an seinem oberen Ende das in der üblichen Weise durch zwei feingängige Schrauben *j* und eine Gegenfeder justirbare Prismentischchen. Die Festklemmung der Achse des Prismentischchens erfolgt mit der Schraube *e*.

Der *Kollimator* wird von einer auf dem einen Schenkel des Dreifusses befestigten Säule getragen. Unmittelbar hinter dem Objektiv befindet sich die Irisblende *z*, deren jeweilige Oeffnung an einer auf der Fassung befindlichen Theilung abgelesen werden

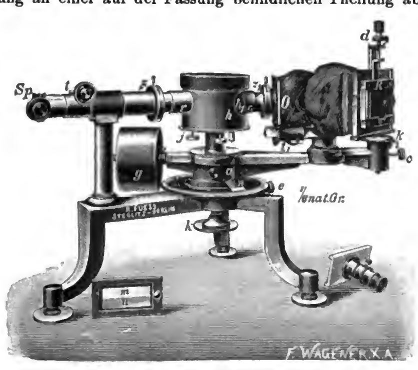


Fig. 2.

kann. Letztere kann je nach Wunsch so eingerichtet werden, dass sie entweder die Oeffnung in Millimeter oder aber das Verhältniss der Oeffnung zur Brennweite (150 *mm* für *Na*-Licht) des Objektives angiebt.

Der *Spalt Sp* ist mit Hülfe eines orientirt geführten Auszugrohres und des Triebes *t* verschiebbar. Die Backen des Spaltes, wovon die eine fest, die andere durch eine Mikrometerschraube beweglich ist, sind aus hartem Stahl gefertigt und mit wirklichen Schneiden versehen. Ein Trommelintervall der Mikrometerschraube, deren Steigung 0,25 *mm* beträgt, erlaubt die Ablesung bis auf 0,001 *mm*.

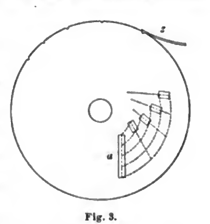


Fig. 3.

Um einzelne Strecken der Spaltlänge, und vor Allem sich dicht an einander reihende, dem von der Lichtquelle ausgesandten Strahlenbündel zu öffnen, befindet sich vor dem Spalt eine leicht abnehmbare und drehbare Scheibe, die nach Maassgabe der Fig. 3 mit Oeffnungen von den gewünschten Spaltstrecken versehen ist. Die grössere Oeffnung *a* ist für die ganze Spaltlänge (4 *mm*), die vier kleineren für eine viertel Spaltlänge bestimmt. Ein in entsprechende Einschnitte der Scheibe eingreifender federnder Zahn *z* markirt derart die Stellungen der vier Oeffnungen, dass sich jede derselben immer an die zuvor geöffnete Spaltstrecke anschliesst. Diese Einrichtung, sich an einander anschliessende, kurze Spaltstrecken herauszugreifen, ist dann erforderlich, wenn es sich um den Nachweis der Koïnzidenz von Linien verschiedener, auf einer Platte aufzunehmender Spektren handelt, da in diesem Fall das sonst ein-

zuschlagende Verfahren, die Platte in der Richtung der Linien zu verschieben, nicht genügende Gewähr für die exakte Verschiebung verbürgt, sondern seitliche Abweichungen dabei immer zu befürchten bleiben.

Für kleinere Spaltlängen als 1 *mm* kann die vorerwähnte Scheibe gegen eine Platte vertauscht werden, welche ein mikrometrisch verschiebbares Spaltbackenpaar trägt, zu dessen Einstellung auf die gewünschte Länge die Schraube eine kleine getheilte Trommel besitzt.

Die *Kamera* ist, wie eingangs erwähnt, auf einem, um die Achse drehbaren Trägerarm montirt. Der Träger O des Objektives kann mit Hülfe der Triebführung t_1 behufs Fokusirung der Platte verschoben werden. Wie bei dem Kollimator ist hinter dem Objektiv der Kamera eine Irisblende z_1 angebracht. Der mit O durch einen leichten und geschmeidigen Anschlussbalg von zweckentsprechender Form lichtdicht verbundene Kassettenträger C kann um einen mittels der Schraube c fixirbaren, konischen Zapfen gedreht werden, dessen Umdrehungsachse in ihrer Verlängerung in der lichtempfindlichen Schicht der photographischen Platte liegt. An dem in Grade eingetheilten Kreis k und dem Index i kann jede beliebige Winkelstellung der Platte zur Linsenachse abgelesen werden. In der Gebrauchsstellung schliessen Platte und Linsenachse Winkel ein, welche zwischen 20° bis 32° variiren.

Die *Kassette*, welche für ein *Plattenformat* 3 × 6,5 *cm* eingerichtet ist, unterscheidet sich in keiner Art von den gebräuchlichen Holzkassetten.

Behufs *Aufnahme einer grösseren Anzahl untereinander stehender Spektren*, bei denen es sich meist um rasch auf einander folgende und kurze Expositionen handelt (besonders bei Aufnahmen des Sonnenspektrums), kann die Platte schnell in die zur folgenden Aufnahme erforderliche Stellung gebracht werden. Zu diesem Ende lässt sich der eigentliche Einschieberahmen R der Kassette mittels der Schraube d und einer exakten Schlittenführung in der Richtung der Spektrallinien verschieben. Das Gewinde der mehrgängigen Schraube besitzt eine Steigung von 3 *mm*. In den Mantel der Schraubentrommel sind zwei um 180° von einander entfernte Kerben eingeschnitten, in welche ein federnder Zahn einfällt und so jede halbe Drehung, die einer Verschiebung der Platte von 1,5 *mm* entspricht, anzeigt. Die Mittelstellung der Platte ist ausserdem durch eine auf dem Einschieberahmen befindliche Marke angedeutet.

Der Kamera werden für die approximative Einstellung der Spektren noch zwei in einen Metallrahmen unter einander angebrachte *Einstellscheiben* (Fig. 4) beigegeben. Die eine derselben ist eine feinkörnig mattgeschliffene Glasscheibe M; die andere U ist aus Uranglas geschnitten, deren fluoreszirende Wirkung man zum Auffangen des ultravioletten, nicht sichtbaren Gebietes benutzen kann, während man gleichzeitig im Stande ist, auf der Mattscheibe das Spektrum bis zum Roth zu verfolgen. Durch direkte Beobachtung mittels der Uranglasplatte lässt sich das Spektrum etwa bis zur Wellenlänge 1852 verfolgen; es gelingt dieses indess nur mit dem *Aluminium*-Flaschenfunken und am besten bei weitgeöffnetem Spalt.



Fig. 4.

Ausser den Visirscheiben kann an deren Stelle ein Metallschieber (in Fig. 2 rechts unten sichtbar) eingesetzt werden, welcher die für die verschiedenen Zwecke erforderlichen Okulare aufnimmt. Die Bildebene der Okulare fällt mit der Schichtseite der photographischen Platte und damit gleichzeitig mit der Umdrehungsachse des Kreises k zusammen. Eine wohl für alle Erfordernisse geeignete *Okularausrüstung* würde sich aus folgenden 3 Okularen zusammensetzen:

1. Ein Ramsden'sches Okular mit Fadenkreuz, für gewöhnliche Beobachtungs- bezw. Mess-Zwecke.

2. Ein Gauss'sches Okular, welches gegen das Ramsden'sche auswechselbar ist und zur Justirung des Prismas dient.

3. Ein Soret'sches Okular[1]) mit fluoreszirender Uranglasplatte zur Beobachtung und Bestimmung der Fraunhofer'schen Linien im Ultraviolett. Auf die Uranglasplatte ist ein paralleles Strichpaar zum Einstellen (Minimum der Ablenkung) aufgetragen. Die Striche sind, da dieselben undurchsichtig sein müssen, mit Schwärze eingerieben.

Zum Schutz gegen fremdes Licht ist das Prisma von einer *Verdunkelungseinrichtung* umgeben, welche es gestattet, die photographischen Arbeiten im erleuchteten Raum auszuführen. Diese Einrichtung ermöglicht auch, die Achse der Kamera mit der des Kollimators unter beliebige Inzidenzwinkel innerhalb 120° bis 180° zu bringen. Erreicht wurde dies durch folgende Anordnung. Ueber die feste untere Platte des Prismentischchens ist zentral die geschwärzte Hülse h gesetzt; diese trägt links einen rohrartigen Fortsatz r, welcher sich über eine vor dem Objektiv des Kollimators abschraubbar befestigte Röhre steckt. In die Hülse h ist drehbar eine zweite Hülse h_1 eingesetzt, deren rechts befindlicher Rohransatz r_1 sich über die vor dem Kameraobjektiv angebrachte Röhre stülpt. Letztere ist lang genug, um bei den Einstellungen des Objektives mittels der Triebbewegung noch innerhalb r_1 zu bleiben. Bei der Drehung der Kamera um die zentrale Achse folgt die Hülse h_1 den Bewegungen des Trägerarmes. Zu diesem Zweck befindet sich in h ein länglicher Ausbruch. Eine gleichartige längliche Oeffnung ist, um dem aus dem Kollimatorobjektiv austretenden Licht bei jeder Stellung des Kameratheiles den Zutritt zum Prisma zu gewähren, in h_1 eingeschnitten. Ueber die Verdunkelungsvorrichtung wird, nachdem das Prisma eingesetzt, ein abnehmbarer Deckel gestülpt.

Aufstellung und Gebrauch des Apparates. Die *Aufstellung* des Apparates und der dazu unmittelbar erforderlichen Attribute muss auf einer festen, von Erschütterungen freien Unterlage erfolgen.

Die Art der *Justirung des Prismas* mit Hülfe des Gauss'schen Okulares oder einer auf die Visirscheibe gezogenen horizontalen Mittellinie (Trennungsfuge von Mattglas und Uranglas) darf als wohlbekannt vorausgesetzt und deshalb übergangen werden.

Da bei den meisten Aufnahmen die *Spaltöffnung* nur zu einem Theil ihrer Länge geöffnet ist und diese für gewöhnlich zwischen 0,5 und 4 *mm* variirt, so muss die Einstellung der Lichtquelle, wenn Funkenlicht in Frage steht, in die verlängerte Achse des Kollimators unter Zuhülfenahme eines Fernrohres (Ablesefernrohr oder Kathetometer), welches konachsial mit dem Kollimator aufgestellt ist, ausgeführt werden.

Sehr kurze Spaltlängen, wie z. B. von 0,2 *mm*, kommen besonders bei langanhaltenden Expositionen und bei der Aufnahme schwach wirksamer Strahlen (der brechbarsten Strahlen des Sonnenspektrums und der Funkenspektren) mit gewöhnlichen Gelatinetrockenplatten zur Anwendung. Verwendet man bei langer Belichtung grössere Spaltlängen, dann entsteht im Apparat ein aus Strahlen grösserer Brechbarkeit zusammengesetztes zerstreutes Licht, welches die Platte so stark verschleiert, dass sich bei der Entwickelung eine schwache Lichtwirkung der aufzunehmenden brechbarsten Strahlen nicht von dem verschleierten Plattengrund abheben kann. Aus

---

[1]) J. L. Soret, *Pogg. Ann. Jubelband. S. 167. 1874; Arch. des sciences physiques et naturelles* **49.** *S. 338. 1874;* **57.** *S. 319. 1876;* **4.** *S. 510. 1880.*

diesem Grund ist die Aufnahme der brechbarsten Sonnenstrahlen an winzige Spaltlängen gebunden. Nach einer mir von Hrn. V. Schumann gemachten Mittheilung zeigen sich bei Anwendung von *Funkenlicht* die von Hrn. V. Schumann selbst präparirten, ultraviolett empfindlichen Platten dem diffusen Licht im Apparat gegenüber nur wenig empfindlich und erfordern daher die Rücksichtnahme auf so geringe Spaltlängen nicht.

Als *Lichtquelle* kann sowohl der horizontal[1]) oder vertikal[2]) gestellte Flaschenfunke eines Funkeninduktors, der elektrische Flammenbogen oder das durch einen Heliostatenspiegel auf den Spalt gesandte Sonnenlicht dienen.

Zu Vergleichsspektren benutzt man zumeist *Elektroden* aus Cadmium[3]), Aluminium[4]), Zink, Kupfer, Eder'scher Legirung (gleiche Theile Blei, Zink u. Cadmium) u. s. w.

Von der *Entfernung* einer in ihrer Gestalt veränderlichen *Lichtquelle vom Spalt* hängt zum nicht geringen Theil das gute Gelingen der Spektren ab. Je mehr sich die Lichtquelle in der Nähe des Spaltes befindet, um so unklarer erscheinen im Allgemeinen die Linien; unter Umständen macht sich sogar eine Verdoppelung der Spektrallinien geltend. Mit der Entfernung der Lichtquelle vom Spalt wächst dagegen die Linienschärfe, aber gleichzeitig verliert das Licht an seiner Stärke und macht längere Expositionen erforderlich. Diesem Nachtheil begegnet V. Schumann durch Anwendung eines geeigneten *Kondensors*[5]).

Derselbe besteht aus zwei Quarzzylinderlinsen (einer plan- und einer bikonvexen), deren Linsenachse mit der krystallographischen Achse des Quarzes zusammenfällt. Die geometrische Achse der Linse mit der kleineren Brennweite steht parallel zur Spaltrichtung, die der anderen senkrecht dazu. Jede Linse besitzt einen besonderen Halter, welcher es ermöglicht, dieselbe um eine zum Spalt parallele Achse zu drehen. Beide Linsen lassen sich einzeln und gemeinsam auf einem hoch und niedrig stellbaren und mit drei Nivellirschrauben versehenen Stativ in der Richtung der Kollimatorachse verschieben. Die plankonvexe Linse steht dem Funken am nächsten und ihr Abstand von diesem muss etwa so bemessen sein, dass das aus der Linse austretende Strahlenbündel ungefähr der freien Oeffnung des Kollimatorobjektives entspricht und derjenige Theil der Strahlen auf den Spalt fällt, welcher zur Aufnahme gelangen soll. Die zweite hinter der ersteren aufgestellte bikonvexe Linse vereinigt das zu einem schmalen Lichtstreifen ausgezogene Funkenbild auf dem Spalt, und man kann durch geringe achsiale Verschiebungen dieser Linse bald diejenige Stelle finden, wo Lichtstreifen und Spalt gleiche Länge haben. Die Länge des Streifens bezieht sich natürlich auf die zur Aufnahme kommenden Strahlen. Schumann bedient sich zur Einstellung, wenn die aufzunehmenden Strahlen unsichtbare sind, einer dünnen fluoreszirenden Platte, mit welcher der Spalt bedeckt wird. Dem Apparat wird zu diesem Zweck ein passendes Uranglasplättchen beigegeben.

Zur rohen *Orientirung und Einstellung der Spektren* dient die bereits erwähnte, aus einer Uranglasplatte und einer gewöhnlichen Mattscheibe zusammengesetzte, an

---

[1]) Nach H. C. Vogel, Potsdam.

[2]) Nach W. N. Hartley, Dublin.

[3]) Fluoreszirt am stärksten, doch nur bis 2144.

[4]) Fluoreszirt am stärksten im brechbarsten Ultraviolett bis 1852.

Beide sind daher zur rohen Einstellung des Ultravioletten mehr wie jedes andere Metall zu empfehlen.

[5]) Ausführliches über Einrichtung und Gebrauch dieses Kondensors siehe V. Schumann, *a. a. O. S. 23; Eder's Jahrb. f. Photogr. 1889. S. 238.*

Stelle der Kassette gebrachte Einstellscheibe (Fig. 4). Die beiden auf die Scheiben aufgetragenen vertikalen Linienpaare dienen zur Einstellung in das Minimum der Ablenkung. Um die Beobachtung des besonders bei dem vorbeschriebenen Apparat immerhin kleinen Spektrums zu erleichtern, benutzt man eine gute Handlupe (Steinheil'sche Lupe); diese muss bei der Betrachtung des Fluoreszenzspektrums stark geneigt gegen die Glasfläche gehalten werden.

Die feine Einstellung lässt sich nur durch photographische Aufnahme der Spektren unter Verschiebung des Spaltrohres, des Kameraobjektives, durch Verstellung der Spalt-Weite und -Länge, sowie durch passend regulirte Oeffnung der Objektive (mittels der Irisblenden) erreichen. Die für die Aufnahmen einer grösseren Zahl untereinander stehender Spektren bestimmte vertikale Bewegungseinrichtung des Kassettenhalters ermöglicht hier bei einiger Uebung eine verhältnissmässig rasche Feineinstellung.

Photographischer Prozess. Von den im Handel zu habenden Platten kann für die spektrographischen Arbeiten die feinkörnige Schleussner'sche Bromsilbergelatineplatte als die geeignetste gelten. Weit höhere Empfindlichkeit besitzen die nach einem von E. Zettnow[1]) angegebenen Verfahren hergestellten Platten. V. Schumann[2]) bediente sich bei dem grössten Theil seiner Aufnahmen Platten eigener Präparation, da diese wie keine andere Platte scharfe und kontrastreiche Linienbilder auf glasklarem Grunde liefern.

Ueber die *Expositionszeiten* lassen sich natürlich keine bestimmten Angaben machen; sie hängen ganz von der Art der Lichtquelle, Spaltöffnung, Objektivöffnung, und von der Empfindlichkeit der benutzten Platte ab. Bei Aufnahmen des Sonnenspektrums genügen z. B. meist Belichtungszeiten von wenigen Sekunden, während bei Funkenlicht die Expositionen durchschnittlich etwa 5 bis 10 Minuten (vgl. hierüber V. Schumann, *a. a. O. S. 26.*) unter Umständen auch noch bedeutend länger dauern müssen.

Zur *Regelung der Belichtungszeiten* ist bei dem kleineren Modell keine besondere Einrichtung vorgesehen. Es kann diese einfach durch Ein- und Ausschaltung einer undurchsichtigen Scheibe zwischen Lichtquelle und Spalt geschehen.

Das *Entwickeln und Fixiren* der Platten geschieht am besten mit Soda-Pyrogallus und unterschwefligsaurem Natron.

Einrichtung des Apparates zur Beobachtung und Photographie der Absorptionsverhältnisse doppeltbrechender Krystalle und des Pleochroismus im Ultraviolett[3]). Das zu diesen Untersuchungen erforderliche Attribut besteht in einem zwischen Kollimatorobjektiv und Prisma vom Beobachter leicht einzuschaltenden Rochon'schen Quarzprisma. Dasselbe ist zum Zweck seiner Justirung mittels eines Griffknopfes von aussen um einen geringen Betrag in seiner Hülse drehbar. Bei richtiger Einstellung des Prismas liegt dessen Hauptschnitt parallel zum Spalt. Die Länge des letzteren ist durch ein Diaphragma auf etwa 1 *mm* eingeengt und die Grösse der Doppelbrechung des Rochon-schen Prismas so bemessen, dass die im Okular oder auf der Visirscheibe sichtbaren und in der Längsrichtung verschobenen beiden Spaltbilder der ordentlichen und ausserordentlichen Strahlen zusammenstossen. Beide Bilder werden durch das Quarzprisma spektral zerlegt, und man erblickt demnach zwei aneinander grenzende Spektren, von denen das eine horizontal, das andere vertikal polarisirt ist.

---

[1]) *Photogr. Korrespondenz 1889 (Platte 93).*

[2]) Vgl. *Sitz.-Ber. d. K. Akad. d. Wiss., Wien.* **102.** *S. 994. 1893.*

[3]) Vgl. hierüber V. Agafonoff, *Archives des sciences physiques et naturelles, Oktober 1896.*

Die absorbirende Krystallplatte wird entweder vor den Spalt geklebt oder besser mittels eines dünnen Objektträgers auf einem vor dem Spalt befindlichen kleinen Drehtisch befestigt. Letzterer ist auf einem an der Säule des Kollimators anklemmbaren Halter montirt.

Untersuchung der Absorption ultravioletter Strahlen durch Dämpfe und Flüssigkeiten[1]. Hierfür behält der Apparat selbst seine gewöhnliche Einrichtung.

Die zu untersuchenden *Flüssigkeiten* bringt man am besten in Glasröhren, deren Ende durch planparallele, senkrecht zur Krystallachse geschnittene Quarzplatten verschlossen sind. Je nachdem die Lösungen schwach oder stark absorbiren, wird man die Glasröhren kürzer oder länger wählen.

Zur Entwicklung von *Dämpfen* hat J. Pauer *a. a. O. S. 366* einen einfachen Apparat angegeben, auf dessen Beschreibung und Abbildung hiermit verwiesen sein mag.

II. Quarzspektrograph (mittleres Modell).

Die *Objektive* des Kollimators und der Kamera besitzen bei diesem Modell eine Brennweite von 400 *mm* (für *Na*-Licht) und diesem Maass entsprechend sind auch sämmtliche Theile des Instrumentes ausgeführt.

Für die zur Verwendung gelangenden Platten ist das überall leicht zu erhaltende Format 6 × 9 *cm* angenommen; auf Wunsch aber kann die Kamera auch für andere Plattengrössen, 9 × 12 *cm* jedoch nicht übersteigend, hergestellt werden.

Im Uebrigen besitzt das Instrument folgende, in der konstruktiven Anordnung und Ausbildung dem vorbeschriebenen kleineren Modell gleichartige Einrichtungen: Mikrometerspalt mit harten Stahlschneiden, Verschiebung des Spaltes durch Zahn- und Triebbewegung, abnehmbare Diaphragmascheibe vor dem Spalt (vgl. Fig. 3) für Koïnzidenzaufnahmen; Theilkreis mit 5′ Nonius, an welchem unmittelbar die Stellung von Kollimator und Kamera abgelesen werden kann (zeigt der Nullpunkt des Nonius auf 180° des Theilkreises, dann stehen Kollimator und Kamera genau gegenüber); Prismentischchen selbständig drehbar und mit den üblichen Justirschrauben versehen; Verdunkelungseinrichtung für das Prisma in der *S.* 325 beschriebenen Art; Objektiv der mit Ausnahme der Kassette aus Metall gefertigten Kamera durch Triebbewegung fokusirbar; Kassettenlaufbahn um eine Vertikalachse drehbar, deren geometrische Achse in die Fläche des lichtempfindlichen Plattenüberzuges fällt; Winkelstellung der Platte zur Linsenachse an einem Theilkreis ablesbar; Kassettenhalter vertikal durch Schraube u. s. w. (Fig. 2 und 5) für Reihenaufnahmen beweglich; Kassettenbahn und Objektivträger durch zweckentsprechenden Anschlussbalg mit einander verbunden; Einstellscheibe aus einer Uranglasplatte und Mattscheibe zusammengesetzt, um das Spektrum bis zum Roth gleichzeitig verfolgen zu können.

Objektive des Kollimators und der Kamera sind mit je einer Kollektion einsteckbarer Blenden versehen, auf welchen die Grösse der Blendenöffnung in Millimeter angegeben ist; auf besonderen Wunsch werden anstatt der Einsteckblenden Irisdiaphragmen beigegeben.

Die *Regelung der Expositionszeiten* wird bei diesem Instrument mittels einer kurz vor der Platte eingefügten, in den Strahlengang ein- und ausklappbaren Scheibe besorgt (vgl. hierüber die folgende Beschreibung des grossen Modells und Fig. 5).

Hinsichtlich der *Aufstellung und der Anwendung des Apparates* gilt im Wesentlichen auch hier das von *S.* 325 ab Gesagte.

[1]) Vgl. J. Pauer, *Wied. Ann.* ***61.*** *S. 363. 1897.*

III. Quarzspektrograph (grosses Modell).

Fig. 5 giebt eine perspektivische Ansicht dieses Apparates in $^1/_{14}$ der natürlichen Grösse. Die *Brennweite der Objektivlinsen* beträgt bei diesem Modell 800 *mm* (für *Na*-Licht).

Um eine auf der dreifussartigen Grundplatte befestigte konische Mittelachse ist die Büchse *B* drehbar aufgesetzt. Mit dieser verbunden ist der aus Aluminium gefertigte Trägerarm *T* der Kamera; die Last des Trägers und der Kamera wird durch das Gegengewicht *g* ausbalanzirt. Damit auch ungeachtet der Schwere der Büchse und der an ihr befestigten Theile ein leichter und dabei sicherer Gang erzielt werde, ist dieselbe durch eine in das obere verschlossene Ende der Büchse *B* eingesetzte feingängige Stellschraube entlastet, welche mit ihrer glasharten Endfläche auf der gleichfalls harten, in die Mittelachse eingeschraubten Stahlkugel aufliegt. Dazu ist die Schraube so eingestellt, dass die Büchse sich eben passend über die Mittelachse steckt und an einem Festsetzen verhindert ist.

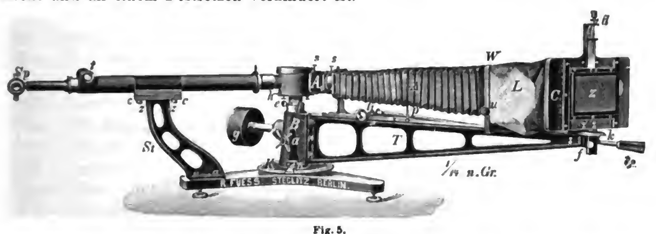


Fig. 5.

Mit dem an der Büchse befestigten Nonius *n* können an dem in Grade getheilten Kreis *K* direkt 5' abgelesen werden. Zur Fixirung der Büchse dient die Griffschraube *a*, welche unter Vermittlung eines an die Achse sich anschmiegenden Druckstückes gegen die letztere wirkt.

Der *Prismentisch* ist um eine genau zentrisch zur Büchse *B* in den Theil *P* eingesetzte Achse selbständig drehbar. Die Drehung geschieht mit Hülfe einer Anzahl Griffheftchen *h*, welche in den Rand der mit der Achse verbundenen unteren Scheibe eingesetzt sind. Zum Festklemmen dient die Schraube *e*. Mittels dreier feingängiger Stellschrauben wird in bekannter Weise die Korrektion des Tisches ausgeführt.

Das *Kollimatorrohr* wird von dem auf der Grundplatte befestigten Ständer *St* getragen. Zum Zwecke der Korrektion (Normalstellung des Kollimators zur Umdrehungsachse) sind neben den vier Befestigungsschrauben *z* für das Kollimatorrohr noch vier Stellschrauben *c* in die obere Platte des Ständers eingesetzt, auf deren schwach verrundeten Enden das Kollimatorrohr aufruht. Dicht hinter dem Objektiv lassen sich wie bei den photographischen Objektiven Blenden (7 von verschiedener Grösse) einschieben, deren Oeffnungen in Millimeter auf den Blenden vermerkt sind[1]).

Der *Spaltschlitten Sp* unterscheidet sich von demjenigen der beiden vorbeschriebenen Apparate lediglich durch seine grösseren Dimensionen. Die grösste verfügbare Spaltlänge beträgt 15 *mm*. Die Spaltbacken sind aus hartem Stahl gefertigt und mittels der Mikrometer-Trommel kann die Spaltweite bis auf ein tausendstel Millimeter direkt abgelesen werden.

---

[1]) Wenn es erwünscht ist, kann anstatt der Einsteckblenden auch ein Irisdiaphragma angebracht werden.

Ein durch Zahnstange und Trieb t bewegliches und orientirt geführtes, langes Auszugsrohr erleichtert die fokale Einstellung des Spaltes. Um letzteren auch jederzeit wieder auf eine bestimmte Einstellung bringen zu können, ist auf das Auszugsrohr eine Millimeterskale aufgetragen.

Für *Koinzidenzaufnahmen* ist eine der auf *S.* 323 beschriebenen und in Fig. 3 abgebildeten analoge Einrichtung vorgesehen, mittels derer sich aneinander anschliessende $^1/_3$ oder $^1/_6$ Spaltlängen dem von der Lichtquelle ausgesandten Strahlenbündel geöffnet werden können.

Sämmtliche Theile der *Kamera* sind auf dem Trägerarm T montirt. Eine sehr ausgiebige, durch Zahn und Trieb zu bewegende Schlittenführung des Objektives dient zur Fokusirung der Platte. Die Bewegungen des mit einer Orientirungstheilung versehenen Schlittens können entweder direkt durch den Triebknopf t_1 oder aber in weit bequemerer Weise durch einen rechts unterhalb der Kassettenlaufbahn befindlichen Griff t_2 erfolgen. Dieser Griff bildet das eine Ende der Stange, deren entgegengesetztes Ende mit einem Zahnrad (sogen. Kegelrad) in Verbindung steht, welches in ein gleichartiges, auf die Triebwelle aufgesetztes Zahnrad eingreift. Hinter dem Objektiv lassen sich wie beim Kollimator Blenden einstecken.

Der aus mehrfach miteinander verleimten Hölzern gefertigte *Kassettenträger* C unterscheidet sich hinsichtlich seiner Konstruktion kaum von demjenigen der Apparate I und II. Er besitzt eine vertikale Umdrehungsachse, um die Plattenebene schief zur Linsenachse stellen zu können. Die von Plattenebene und Linsenachse eingeschlossenen Winkel lassen sich an dem Theilkreis k ablesen. Fallen Index und der 90°-Strich von k zusammen, dann steht die Platte normal zur Linsenachse.

Die für den Apparat bestimmten, möglichst leicht gehaltenen *Doppelkassetten* sind für das *Plattenformat* 9×12 *cm* eingerichtet. Will man das gesammte Spektrum aufnehmen, dann gelingt es bei geeigneter Fokusirung, das Spektrumbild auf grosse Länge scharf zu erhalten. Für diesen Fall ist es dann zweckmässig, ein noch grösseres Plattenformat (etwa 13×18 *cm* der Länge nach durchschnitten, also $6^1/_2 \times 18$ *cm*, bis zu Platten von etwa 26 *cm* Länge) zu wählen. Um ein so günstiges Ergebniss ausgedehnter Bildschärfe zu erlangen, muss der Objektivabstand von der Platte ein grösserer sein als der vom Spalt. Sind dagegen die Linsenabstände vom Spalt einerseits und von der Plattenmitte andererseits gleich, so fällt das Bild nur auf eine kurze Strecke scharf aus. Kleinere Formate, wie etwa die des kleineren und mittleren Modells ($3 \times 6{,}5$ *cm* und 6×9 *cm*) können durch Beigabe von Einlegerahmen Verwendung finden.

Für *Reihenaufnahmen* (vgl. *S.* 324) kann die Platte mittels der stark steigenden Schraube d gehoben und gesenkt werden. Jede Umdrehung der Schraube, welche eine Plattenverschiebung von 3 *mm* bedeutet, wird durch einen federnden Zahn gekennzeichnet. Die Mittelstellung der Platte ist durch eine Marke angedeutet.

Zur rohen *Einstellung der Spektren* (unter Benutzung einer Handlupe) dient eine nach Art der Fig. 4 aus einer Uranglasplatte und einem Mattglas zusammengesetzte Visirscheibe (vgl. *S.* 324).

Mit Okularen wird dieses grosse Modell nur auf speziellen Wunsch ausgerüstet. Die Anbringung derselben geschieht dann wie bei dem kleinen Modell mittels eines besonderen Schiebers (rechts unten in Fig. 2), welcher an Stelle der Kassette eingeschoben ist.

Die *lichtdichte Verbindung* zwischen Kassettenträger und Objektiv wird durch den Anschlussbalg A und den Ledersack L hergestellt. Ersterer verbindet den verschiebbaren Träger des Objektives mit dem Brett W, letzterer dieses mit dem dreh-

baren Kassettenträger. Am Niedersinken des Balges wird derselbe durch das Tischchen p verhindert.

Die den Prismentisch umschliessende *Verdunkelungseinrichtung* entspricht ganz derjenigen der beiden Apparate I und II (vgl. *S.* 325). Der lichtdichte Abschluss zwischen dem feststehenden Kollimatorobjektiv und der Verdunkelungskappe des Prismentisches geschieht einfach durch eine kurze Hülse, welche man über die sich nahezu mit ihren Enden berührenden beiden Rohrstutzen der Verdunkelungskappe und des Kollimatorobjektives schiebt. Das verschiebbare Kameraobjektiv ist mit der inneren, drehbaren Hülse der Verdunkelungskappe durch einen jederzeit leicht abnehmbaren Anschlussbalg A_1 verbunden. Nach Lösen der beiden Schrauben s kann der Balg abgenommen werden. Auch die vollständige Verdunkelungseinrichtung ist jederzeit rasch vom Prismentisch abzuheben.

Die *Regelung der Belichtungszeiten* wird in der Weise bewerkstelligt, dass mittels einer in die freie Oeffnung des Brettes W, an welchem Balg und Ledersack befestigt sind, eingesetzten Klappe aus dünnem Aluminiumblech durch zwei zu beiden Seiten des Brettes befindliche Griffknöpfe u (einer in der Figur nur sichtbar) dem Licht der Zutritt zur Platte geöffnet und verschlossen werden kann. Beim Oeffnen wird einer der Knöpfe in der Richtung des Prismas, beim Schliessen in der der Platte gedreht. Beide Stellungen der Klappe sind durch sanfte Anschläge markirt.

(Fortsetzung folgt.)

Tafeln für die Ausdehnung des Wassers mit der Temperatur.

Von
Dr. **Karl Scheel** in Charlottenburg.

Die Ausdehnung des Wassers mit der Temperatur ist neuerdings[1]) von M. Thiesen, K. Scheel und H. Diesselhorst in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in dem Intervall von 0° bis 40° nach der für solchen Zweck bisher noch nicht benutzten Methode der kommunizirenden Röhren bestimmt worden. Die Resultate sind dann von Hrn. Thiesen im Thätigkeitsberichte der Reichsanstalt[2]) durch die Formel

$$1 - s = \frac{(t - 3^\circ{,}98)^2}{503\,570} \cdot \frac{t + 283^\circ}{t + 67^\circ{,}26}$$

dargestellt worden, in welcher s die Dichte des Wassers bei der in der Wasserstoffskale gemessenen Temperatur t bedeutet. Folgende kleine Tabelle giebt ein Bild von der Uebereinstimmung der beobachteten und nach dieser Formel berechneten Werthe der Dichte:

t	s (beobachtet)	s (berechnet)	$B - R$ $10^{-7} \times$
0°	0,999 8679	8676	+ 3
3,98	1,000 0000	0000	0
10	0,999 7272	7271	+ 1
15	0,999 1263	1264	− 1
20	0,998 2298	2303	− 5
25	0,997 0714	0708	+ 6
30	0,995 6732	6732	0
35	0,994 0576	0578	− 2
40	0,992 2417	2412	+ 5

---

[1]) *Wied. Ann.* **60.** *S. 340. 1897*; siehe auch *diese Zeitschr.* **17.** *S. 87. 1897.*
[2]) *Diese Zeitschr.* **17.** *S. 140. 1897.*

Dichte des Wassers

nach den Beobachtungen von M. Thiesen, K. Scheel, H. Diesselhorst.

Wasserstoffskale.

Grad	Zehntelgrade									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,999 8676	8744	8809	8872	8934	8994	9052	9108	9163	9215
1	9266	9316	9363	9409	9453	9495	9535	9574	9611	9646
2	9680	9712	9742	9770	9797	9822	9845	9867	9887	9906
3	9922	9938	9951	9963	9973	9981	9988	9994	9997	9999
4	1,000 0000	*9999	*9996	*9992	*9986	*9979	*9969	*9959	*9946	*9933
5	0,999 9918	9901	9883	9863	9841	9818	9794	9768	9740	9711
6	9680	9648	9615	9580	9543	9505	9465	9424	9382	9338
7	9293	9246	9198	9148	9097	9044	8990	8934	8877	8819
8	8759	8698	8635	8571	8506	8439	8371	8301	8230	8158
9	8084	8009	7932	7854	7775	7694	7612	7529	7444	7358
10	7271	7182	7092	7000	6908	6814	6718	6622	6524	6424
11	6324	6222	6118	6014	5908	5801	5693	5583	5472	5360
12	5246	5131	5015	4898	4779	4659	4538	4416	4292	4167
13	4041	3914	3786	3656	3525	3392	3259	3124	2988	2851
14	2713	2573	2433	2291	2148	2003	1858	1711	1563	1414
15	1264	1112	0960	0806	0651	0495	0337	0179	0019	*9858
16	0,998 9697	9533	9369	9204	9037	8870	8701	8531	8360	8188
17	8014	7840	7664	7488	7310	7131	6951	6770	6588	6404
18	6220	6034	5847	5660	5471	5281	5090	4898	4705	4511
19	4315	4119	3921	3723	3523	3323	3121	2918	2714	2509
20	2303	2096	1888	1679	1469	1258	1046	0832	0618	0403
21	0186	*9969	*9750	*9531	*9310	*9089	*8866	*8643	*8418	*8193
22	0,997 7966	7738	7510	7280	7050	6818	6585	6352	6118	5883
23	5645	5407	5169	4929	4689	4447	4205	3962	3717	3472
24	3225	2978	2730	2480	2230	1979	1727	1473	1219	0964
25	0708	0452	0194	*9935	*9675	*9414	*9153	*8890	*8626	*8362
26	0,996 8097	7830	7563	7295	7026	6756	6485	6213	5940	5666
27	5391	5116	4839	4562	4284	4004	3724	3443	3161	2878
28	2594	2310	2024	1738	1451	1162	0873	0583	0292	0000
29	0,995 9708	9414	9120	8824	8528	8231	7933	7634	7334	7034
30	6732	6430	6127	5823	5518	5212	4905	4598	4289	3980
31	3670	3359	3047	2735	2421	2107	1791	1475	1158	0841
32	0522	0202	*9882	*9561	*9239	*8916	*8593	*8268	*7943	*7617
33	0,994 7290	6962	6633	6304	5974	5643	5311	4978	4645	4310
34	3975	3639	3302	2965	2626	2287	1947	1606	1264	0922
35	0578	0234	*9889	*9544	*9197	*8850	*8502	*8153	*7803	*7453
36	0,993 7101	6749	6396	6043	5688	5333	4977	4620	4263	3904
37	3545	3185	2824	2463	2101	1738	1374	1009	0644	0278
38	0,992 9911	9543	9175	8806	8436	8065	7693	7321	6948	6574
39	6200	5824	5448	5071	4694	4315	3936	3556	3176	2795
40	2412	2029	1646	1262	0876	0490	0104	*9717	*9329	*8940

Volumen des Wassers

nach den Beobachtungen von M. Thiesen, K. Scheel, H. Diesselhorst.

Wasserstoffskale.

Grad	Zehntelgrade									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,000 1324	1257	1191	1128	1066	1006	0948	0892	0838	0785
1	0734	0685	0637	0592	0548	0505	0465	0426	0389	0354
2	0320	0288	0258	0230	0203	0178	0155	0133	0113	0094
3	0078	0063	0049	0037	0027	0019	0012	0006	0003	0001
4	0000	0001	0004	0008	0014	0022	0031	0041	0054	0067
5	0082	0099	0117	0137	0159	0182	0206	0233	0260	0289
6	0320	0352	0385	0420	0457	0495	0535	0576	0618	0662
7	0707	0754	0802	0852	0903	0956	1010	1066	1123	1181
8	1241	1302	1365	1429	1494	1561	1630	1699	1770	1843
9	1917	1992	2069	2147	2226	2306	2388	2472	2557	2643
10	2730	2819	2909	3000	3093	3187	3283	3380	3478	3577
11	3678	3780	3883	3988	4094	4201	4309	4419	4530	4643
12	4756	4871	4987	5105	5224	5344	5465	5587	5711	5836
13	5962	6090	6218	6348	6479	6612	6746	6881	7017	7154
14	7292	7432	7573	7715	7859	8003	8149	8296	8444	8593
15	8744	8896	9049	9203	9358	9514	9672	9831	9991	*0152
16	1,001 0314	0477	0642	0808	0975	1143	1312	1482	1654	1826
17	2000	2175	2351	2528	2706	2886	3066	3248	3431	3615
18	3800	3986	4173	4361	4550	4741	4932	5125	5319	5513
19	5709	5906	6105	6304	6504	6705	6908	7111	7316	7521
20	7728	7936	8145	8355	8566	8778	8991	9205	9420	9636
21	9853	*0072	*0291	*0511	*0733	*0955	*1178	*1403	*1628	*1855
22	1,002 2083	2311	2541	2772	3003	3236	3470	3704	3939	4176
23	4414	4653	4893	5134	5376	5618	5862	6106	6352	6599
24	6847	7095	7345	7596	7847	8100	8353	8608	8864	9120
25	9378	9636	9896	*0156	*0417	*0680	*0943	*1207	*1472	*1739
26	1,003 2006	2274	2543	2813	3084	3355	3628	3902	4177	4452
27	4729	5006	5285	5564	5845	6126	6408	6691	6975	7260
28	7546	7833	8121	8409	8699	8989	9281	9573	9866	*0160
29	1,004 0455	0751	1048	1346	1645	1945	2245	2547	2849	3152
30	3456	3761	4067	4374	4681	4990	5299	5610	5921	6233
31	6546	6860	7174	7490	7807	8124	8442	8761	9081	9402
32	9724	*0047	*0370	*0695	*1020	*1346	*1673	*2001	*2330	*2659
33	1,005 2990	3321	3653	3986	4320	4655	4990	5327	5664	6002
34	6341	6681	7022	7363	7705	8048	8392	8737	9083	9430
35	9777	*0125	*0474	*0824	*1175	*1526	*1879	*2232	*2586	*2941
36	1,006 3297	3654	4011	4369	4728	5088	5449	5810	6172	6535
37	6899	7264	7630	7996	8363	8731	9100	9470	9841	*0212
38	1,007 0584	0957	1331	1705	2080	2456	2833	3211	3590	3969
39	4349	4730	5112	5495	5878	6262	6647	7033	7419	7806
40	8194	8583	8973	9364	9755	*0147	*0540	*0933	*1328	*1723

Logarithmen der Dichte des Wassers

nach den Beobachtungen von M. Thiesen, K. Scheel, H. Diesselhorst.

Wasserstoffskale.

Grad	Zehntelgrade									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	999 9425	9454	9483	9510	9537	9563	9588	9613	9637	9660
1	9682	9703	9724	9744	9763	9781	9799	9816	9832	9847
2	9861	9875	9888	9900	9912	9923	9933	9943	9952	9960
3	9967	9974	9980	9985	9989	9992	9995	9997	9998	9999
4	000 0000	*9999	*9998	*9996	*9994	*9991	*9987	*9983	*9978	*9972
5	999 9965	9958	9950	9941	9931	9921	9911	9900	9888	9875
6	9861	9847	9832	9817	9801	9785	9768	9750	9732	9713
7	9693	9672	9651	9629	9607	9585	9562	9538	9513	9487
8	9461	9434	9407	9379	9351	9322	9293	9263	9232	9200
9	9168	9135	9102	9068	9034	8999	8963	8927	8890	8853
10	8815	8776	8737	8697	8657	8616	8575	8533	8490	8447
11	8403	8359	8314	8269	8223	8176	8129	8081	8033	7984
12	7935	7885	7835	7784	7732	7680	7627	7574	7520	7466
13	7411	7356	7300	7243	7186	7129	7071	7013	6954	6894
14	6834	6773	6712	6650	6588	6526	6463	6400	6336	6271
15	6205	6139	6073	6006	5939	5871	5803	5734	5664	5594
16	5523	5452	5380	5308	5236	5163	5090	5016	4942	4867
17	4791	4715	4639	4562	4485	4407	4329	4250	4171	4091
18	4011	3930	3849	3767	3685	3603	3520	3437	3353	3268
19	3183	3097	3011	2925	2838	2751	2663	2575	2486	2397
20	2307	2217	2126	2035	1944	1852	1760	1667	1574	1480
21	1386	1292	1197	1102	1006	0909	0812	0715	0617	0519
22	0421	0322	0223	0123	0022	*9921	*9820	*9718	*9616	*9513
23	998 9410	9307	9203	9098	8993	8888	8782	8676	8570	8463
24	8356	8249	8141	8033	7924	7814	7704	7594	7483	7372
25	7260	7148	7036	6923	6810	6697	6583	6469	6354	6238
26	6122	6006	5889	5772	5655	5537	5419	5301	5182	5063
27	4943	4823	4703	4582	4461	4339	4217	4095	3972	3849
28	3725	3601	3476	3351	3226	3100	2974	2848	2721	2594
29	2466	2338	2210	2081	1952	1822	1692	1562	1431	1300
30	1168	1036	0904	0771	0638	0505	0371	0237	0103	*9968
31	997 9833	9698	9562	9425	9288	9151	9014	8876	8737	8598
32	8459	8320	8180	8040	7899	7758	7617	7475	7333	7191
33	7048	6905	6762	6618	6474	6329	6184	6039	5893	5747
34	5601	5454	5307	5159	5011	4863	4715	4566	4417	4267
35	4117	3967	3816	3665	3514	3362	3210	3058	2905	2752
36	2598	2444	2290	2135	1980	1825	1669	1513	1357	1200
37	1043	0886	0728	0570	0411	0252	0093	*9933	*9773	*9613
38	996 9453	9292	9131	8970	8808	8646	8584	8421	8258	8094
39	7830	7666	7501	7336	7171	7005	6839	6673	6506	6339
40	6172	6005	5837	5669	5500	5331	5162	4993	4823	4653

Auf Grund dieser Formel sind die im Vorhergehenden auf sieben Dezimalstellen mitgetheilten Tabellen berechnet; doch ist hierzu zu bemerken, dass bei der Abrundung kein Werth darauf gelegt wurde, die letzte Dezimale nun auch wirklich auf eine halbe Einheit genau zu erhalten, der Fehler wird indessen 1,5 Einheiten der letzten Stelle niemals erreichen. Eine Abkürzung der Zahlen auf 6 Stellen erschien nicht zweckmässig, weil die Formel die Beobachtungen auf weniger als eine Einheit der sechsten Stelle genau darstellt, und weil ferner die Benutzung der absoluten Methode der Bestimmung, die über die Ausdehnung eines anderen Körpers keine Voraussetzung macht, auch eine absolute Genauigkeit noch über eine Einheit der sechsten Stelle hinaus erhoffen lässt. Ausserdem dürften für Zwecke der Differenzbeobachtungen häufig auf sieben Stellen berechnete Tafeln wünschenswerth sein. Um auch für logarithmische Rechnungen bequeme Grundlagen zu besitzen, ist den beiden Tafeln für Dichte und Volumen des Wassers noch eine dritte beigefügt, welche die siebenstelligen Logarithmen der Dichte von $0^{0},1$ zu $0^{0},1$ angiebt.

Der barometrische Rechenstab (hypsometrisches Lineal).

Von
Prof. Dr. B. Sresnewsky.

Dieses von mir erfundene Instrument dient zur schnellen, mechanischen Lösung numerischer Aufgaben nach der barometrischen Höhenformel und zwar zur Reduktion des gegebenen Barometerstandes aufs Meeresniveau, ferner zur barometrischen Höhenmessung und eventuell zur Bestimmung der „wahren“ Lufttemperatur einer Luftsäule von gegebener Höhe nach dem Barometerdruck an den Enden derselben (nach Rühlmann). Ich habe das Lineal nach der Rühlmann'schen Formel konstruirt mit Beachtung der Regeln und Bedürfnisse des Physikalischen Zentral-Observatoriums in St. Petersburg. Es ergiebt nämlich eine vollständig befriedigende Genauigkeit für Höhen im europäischen Russland (bis 300 Meter) bei folgenden Parametern: Die konstante absolute Feuchtigkeit = 6 *mm*, das konstante Jahresmittel der Temperaturabnahme mit der Höhe = 0,55° für 100 Meter und die mittlere geographische Breite zur Reduktion des Barometerstandes auf dieselbe = 55°. Die genaue Ableitung dieser Näherungsformel und die Untersuchung der Fehler derselben habe ich in deutscher Sprache im 10. Bande von *Wild's Repertorium für Meteorologie* veröffentlicht; dort findet sich auch eine kurze Tabelle, um numerische Aufgaben unter Vermeidung von Logarithmen im Kopf zu lösen. Diese Tabelle nebst Gebrauchsanweisung ist auch in die Instruktion für barometrische Höhenmessung der Kaiserlich Russischen Geographischen Gesellschaft aufgenommen.

Meine früheren Ableitungen unterliegen gegenwärtig folgenden kleinen Modifikationen:

1. Bei der Ableitung meiner Formel kam seinerzeit in Anwendung die Rühlmann'sche barometrische Konstante $18401,2 \times 1,00157 = 18430$ Meter, welche für die nicht auf normale Schwere reduzirten Barometerablesungen gilt. Da diese Reduktion heut zu Tage nach dem Beschluss der Internationalen Konferenz schon bei der Eintragung der Beobachtungen ins Beobachtungs-Journal zur Anwendung kommt, so beträgt eigentlich die barometrische Konstante 18401 Meter.

2. Anderseits kam ich im Laufe der Zeit zur Ueberzeugung, dass der Einfluss der absoluten Feuchtigkeit (nach Rühlmann $C = \log(1 + 0,378\, f/b)$ mit grösserer

Genauigkeit in die Formel eingeführt wird durch die Vergrösserung des Wärmeausdehnungskoëffizienten im Bereich von 0,00366 bis 0,00400. Eine Berechnung meines Assistenten, Herrn Block, auf Grund von einer grossen Reihe in verschiedener Höhe im Kaukasus angestellter Beobachtungen vom Jahre 1871 an ergab für die bekannte Formel der Feuchtigkeitskorrektion folgenden Werth

$$1 + 0{,}378\,\frac{f}{b} = 1{,}00205 + 0{,}00019\,t,$$

wo f den Dunstdruck und b den Barometerstand bedeutet.

Daher lautet die Formel für Russland gegenwärtig

$$h = 18438{,}9 \cdot \log \frac{b+\Delta}{b}\,(1 + 0{,}00384\,t), \qquad 1)$$

wenn man die Aenderung der Schwerkraft mit der Höhe (ε nach Rühlmann) vernachlässigt und den Einfluss der geographischen Breite für das europäische Russland (D nach Rühlmann) als konstant annimmt; h ist hier die Höhe in Meter, b der Luftdruck oben, $b+\Delta$ der Luftdruck unten und t die Temperatur der Luftsäule.

Aus dieser Gestalt lässt sich die Formel leicht in meine Näherungsformel überführen. Benennt man mit h' die angenäherte Höhe (wie sie gewöhnlich von Reisenden nach der Druckdifferenz Δ bestimmt wird unter Vernachlässigung sowohl der konstanten Korrektion des Aneroïds, als auch der Korrektion für die Temperaturänderung), so erhält man

$$h' = 18439{,}9 \cdot \log \frac{740+\Delta}{740}; \qquad 2)$$

an Stelle von b ist der mittlere Luftdruck für ganz Russland (740 *mm*) eingeführt, sowie die Temperatur 0°. Also hat man

$$h = h'\,(1 + 0{,}00384\,t) \cdot Q,$$

wenn

$$Q = \frac{\log \dfrac{b+\Delta}{b}}{\log \dfrac{740+\Delta}{740}}.$$

Da Δ klein ist im Verhältniss zu b und 740, so ist es gestattet, die logarithmischen Binome in Reihen zu entwickeln.

Nach der Kürzung durch den Modulus im Zähler und Nenner ist

$$Q = \frac{\dfrac{\Delta}{b} - \dfrac{\Delta^2}{2\,b^2} + \dfrac{\Delta^3}{3\,b^3} - \cdots}{\dfrac{\Delta}{740} - \dfrac{\Delta^2}{2 \times 740^2} + \dfrac{\Delta^3}{3 \times 740^3} - \cdots},$$

oder nach der Kürzung durch Δ

$$Q = \frac{740}{b} \times Q',$$

wo

$$Q' = \frac{1 - \dfrac{\Delta}{2\,b} + \dfrac{\Delta^2}{3\,b^2} - \cdots}{1 - \dfrac{\Delta}{2 \times 740} + \dfrac{\Delta^2}{3 \times 740^2} - \cdots}.$$

Der letzte Ausdruck nähert sich dem Werthe 1. Bei Einsetzung des grössten Werthes $\Delta = 30$ und der grössten Abweichung $b - 740 = \pm 40$ erhält man

$$Q' = 1 \pm 0{,}0012.$$

Diesen Fehler, der 0,1 % kaum übersteigt, machen wir durch die Annahme, dass $Q' = 1$ sei; auch bei den grössten Höhen beträgt er kaum $^1/_3$ Meter oder $^1/_{30}$ *mm* Höhe des Quecksilber-Barometerstandes. Der Fehler liegt also im Bereich der ge-

wöhnlichen Beobachtungsfehler auf den Stationen, gar nicht zu reden von den Reisebeobachtungen. Bei $Q' = 1$ erhält man

$$Q = \frac{740}{b},$$

also

$$\underset{\text{IV}}{\log h} = \underset{\text{III}}{\log h'} + \underset{\text{II}}{\log (1 + 0{,}00384\, t)} + \underset{\text{I}}{\log \frac{740}{b}} \cdot \qquad 3)$$

Da h' nach 2) eine Funktion nur von Δ ist, so lassen sich 4 Tabellen nach den Argumenten h, Δ, t und b zusammenstellen; ihre Nummern von I bis IV sind der Formel 3) in der Reihenfolge beigefügt, in welcher ich die Tabellen im *Repertorium für Meteorologie* niedergelegt habe.

Die bei dem Gebrauch der Tabellen vorkommende Addition kann mechanisch ausgeführt werden, indem man die 4 logarithmischen Tabellen durch 4 logarithmische Lineale ersetzt, die nach demselben Maassstab getheilt sind. Natürlich ist die Theilung nach den 4 Argumenten nicht gleichförmig, wie überhaupt bei den Rechenstäben mit logarithmischer Theilung, d. h. jedem 0,001 des Logarithmus entspricht eine bestimmte Strecke auf dem Lineal.

Das Schema des Lineals (Fig. 1) ist folgendes. A ist der Nullpunkt für die Grössen $\log h$ und $\log h'$ (IV und III), B ist der Nullpunkt für $\log (1 + 0{,}00384\, t)$ und $\log (740/b)$ (II und I). Wenn $AM = \log h'$, $BM = \log (1 + 0{,}00384\, t)$ und $BN = \log (740/b)$ ist, so ist augenscheinlich $AN = AM + BM + BN = \log h$ nach Gleichung 3). M und N sind beliebige zusammenfallende Punkte je zweier Theilungen. Durch Verschiebung

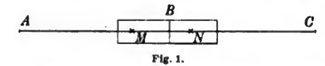


Fig. 1.

der Skalen MN und AC gegen einander lässt sich jedes gewünschte Zusammenfallen erreichen. Jedes Zusammenfallen zweier beliebiger Theilungspunkte der Skalen M und N entspricht der barometrischen Höhenformel 3), also lässt sich aus drei gegebenen Grössen stets die vierte finden; sie ist gleich der Zahl bei dem Theilstrich, welcher mit der gegebenen Grösse zusammenfällt, die noch nicht in einem Paar vorkommt.

Anmerkung über die Temperaturkorrektion. Nach dem oben Gesagten ist t die Temperatur der Luftsäule. Dieselbe kann gleichgesetzt werden der halben Summe der Temperaturen oben t' und unten $t' + \Delta t$, d. h. $= t' + \Delta t/2$. Meist ist aber sowohl auf den Stationen, als auch auf Reisen nur die Temperatur t' bekannt und Δt wird nach der mittleren Temperaturänderung mit der Höhe berechnet. Daher habe ich beim Zusammenstellen der Tabellen und der Konstruktion der Lineale

$$t = t' + 0{,}0023\, h$$

angenommen. Die Temperaturkorrektion ist also

$$(1 + 0{,}00384\, t' + 0{,}000092\, h),$$

oder in der ersten Annäherung

$$(1 + 0{,}00384\, t')\,(1 + 0{,}000092\, h).$$

Die Formel 3) nimmt also folgende Gestalt an

$$\log h - \log (1 + 0{,}000092\, h) = \log h' + \log (1 + 0{,}00384\, t') + \log \frac{740}{b},$$

wo t' die auf der (oberen) Station beobachtete Temperatur ist. Gerade diese Temperatur muss auf meinem Lineal abgelesen werden.

Beispiel (vgl. Fig. 2). Die Beobachtung ergebe $B = 740{,}0$ *mm*, $t = 20^0$. Der auf der synoptischen Karte abgelesene (aufs Meeresniveau reduzirte) Luftdruck sei $B_0 =$

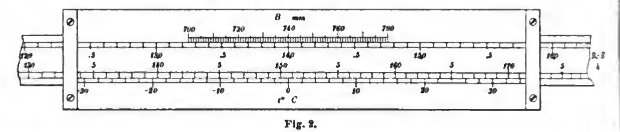


Fig. 2.

754,0 *mm*. Es ist also $B_0 - B = 14{,}0$ *mm*. Man verschiebt den Schlitten auf dem Lineal, bis $B_0 - B = 14{,}0$ mit $B = 740{,}0$ zusammenfällt, und liest bei $t = 20^0$ die Theilung $H = 162{,}6$ ab. Das ist die gesuchte Seehöhe in Meter.

Jurjew (Dorpat), Meteorologisches Observatorium.

Ueber die Berechnung zweilinsiger Objektive.

Von

Dr. **R. Steinheil** in München.

Im 31. Jahrgang der Vierteljahresschrift der astronomischen Gesellschaft erschien von Hrn. C. V. L. Charlier der Entwurf einer analytischen Theorie zur Konstruktion von astronomischen und photographischen Objektiven. Er veröffentlicht in demselben eine analytische Methode zur Berechnung von zweilinsigen Objektiven, über deren praktische Verwerthbarkeit ich hier Einiges anführen möchte.

Bekanntlich ist die Berechnung zweilinsiger Fernrohrobjektive dasjenige Gebiet der praktischen Optik, welches zumeist von reinen Analytikern mit Erfolg betreten worden ist. Es stellt die leichteste Aufgabe der praktischen Optik vor und zugleich auch die leichteste für die Theorie, weil das zweilinsige Objektiv dem Idealfall, welchen die Theorie braucht, am nächsten kommt, indem die Dicken und Abstände, wie auch die Oeffnung im Verhältniss zu den Radien klein gemacht werden können. In Folge dessen werden auch die Resultate, welche durch Reihenentwicklungen und nachherige Vernachlässigung von Gliedern höherer Ordnung gewonnen wurden, mit den praktisch ausgeführten Resultaten übereinstimmen.

Die von den verschiedenen Analytikern aufgestellten Formeln waren aber meist nur dazu geeignet, ein bestehendes Objektiv rechnerisch zu untersuchen, nicht aber ein Objektiv selbst zu berechnen, wenn nur die optischen Konstanten der Gläser und die Bedingungen bekannt waren, denen das herzustellende Objektiv genügen sollte[1]). Und doch ist gerade die Berechnung der Objektive unter diesen Bedingungen die Aufgabe des praktischen Optikers.

Die praktischen Optiker haben sich deshalb immer wieder der Methode der trigonometrischen Strahlenverfolgung zugewandt, weil ihnen diese bei verhältnissmässig geringer Mühe sichere Resultate liefert und zugleich den grossen Vortheil bietet, dass man sich in ihrem Verlauf fortwährend über Nebendinge, wie Vereinigungsweiten der einzelnen Brechungen u. s. w. unterrichten kann.

Mögen nun diese Nebenumstände bei der Methode der trigonometrischen Strahlenverfolgung oft von grossem Werth sein, so wäre es nichtsdestoweniger das Ideal

[1]) So verlangen auch die von Seidel in den *Astronom. Nachr.* **35** u. **43** gegebenen Formeln eine ungeheure Rechenarbeit, wenn man mit ihrer Hülfe ein Objektiv berechnen will.

des praktischen Optikers, nicht zu komplizirte Formeln zu besitzen, mit deren Hülfe die richtigen Radien gefunden werden ohne jede weitere Versuchsrechnung. In dieser Beziehung scheint nun die Arbeit des Hrn. Charlier einen grossen Schritt vorwärts zu bedeuten, und meine Aufgabe soll es hier sein, diese Fortschritte an einigen Beispielen klarzulegen.

Um dies zu ermöglichen, wurden einige Objektive nach den Formeln des Hrn. Charlier berechnet und dann mit Hülfe der trigonometrischen Durchrechnung auf ihre Fehler untersucht. Bei *einem* Objektiv wurde diese Untersuchung auch auf das Bild eines seitlich von der Achse gelegenen Objektpunktes ausgedehnt. Die trigonometrische Durchrechnung wurde genau nach dem Vorbild der A. Steinheil'schen für das Königsberger Heliometerobjektiv[1]) ausgeführt, d. h. es wurden genau dieselben Strahlen rechnerisch verfolgt (vgl. Fig. 1, $^3/_4$ nat. Gr.), weil gerade der Vergleich mit diesem bekannten Objektiv das Verständniss aller Resultate sehr erleichterte. Es wurden also zunächst nach den Formeln des Hrn. Charlier die Radien eines Objektivs berechnet, welches nach der Voraussetzung 1 *m* Brennweite bei 66 *mm* Oeffnung haben und folgenden Bedingungen genügen sollte: Es muss für die optisch wirksamsten Strahlen achromatisirt sein, die sphärische Aberration muss für eine Farbe gehoben sein, das Bild eines seitlich von der optischen Achse gelegenen Sternes muss für dieselbe Farbe symmetrisch sein, und dem Objekt muss die Flintglaslinse zugekehrt sein. Die verwendeten Glasarten waren

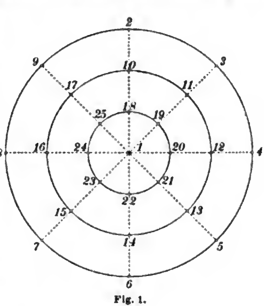


Fig. 1.

Mantois Flint 2986 $\begin{cases} n_{gelb} = 1{,}614\,400 \\ n_{viol.} = 1{,}649\,720 \end{cases}$

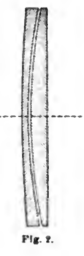
und

Mantois Crown 3099 $\begin{cases} n_{gelb} = 1{,}518\,564 \\ n_{viol.} = 1{,}538\,148. \end{cases}$

Es wurden folgende Radien gefunden[2]):

$$\left.\begin{aligned} R_0 &= 420 && OZ \\ R_2 &= 181{,}995 && OZ \end{aligned}\right\} \text{Flint}$$
$$\left.\begin{aligned} R_4 &= 178{,}710 && OZ \\ R_6 &= 40133{,}8 && UZ \end{aligned}\right\} \text{Crown.}$$

Da bei den Charlier'schen Formeln die Dicken der Linsen nicht berücksichtigt sind, wurden diese für die Ausführung nicht grösser gewählt, als absolut nothwendig war, d. h. das Crown bekam genau die der geforderten Grösse entsprechende Mitteldicke von 5 *mm*, das Flint eine solche von 2 *mm*, da eine noch kleinere Dicke bei der starken Krümmung der zweiten Fläche die praktische Ausführung sehr erschwert hätte. Der Abstand zwischen beiden Linsen wurde, auf der Achse gemessen, zu 0,01 *mm* angenommen, sodass das Objektiv (Fig. 2, $^1/_2$ nat. Gr.) folgende Elemente erhielt:


Fig. 2.

[1]) *Sitz.-Ber. d. K. bayr. Akad. d. Wiss. Math.-phys. Klasse* **19.** *S. 413. 1889.*

[2]) Die Bezeichnungen sind gewählt wie bei Steinheil, *a. a. O.*

$H_0 = 33$

	$R_0 = 420$	OZ	Mantois Flint 2986
$D_1 = 2$	$R_3 = 181{,}995$	OZ	
$D_3 = 0{,}01$	$R_4 = 178{,}710$	OZ	Mantois Crown 3099.
$D_5 = 5$	$R_6 = 40133{,}8$	UZ	

Um die Fehler in einem parallel zur Achse auffallenden Büschel zu konstatiren, wurden 4 gelbe und 4 violette Strahlen gerechnet, die ganz nahe der Achse, am Rand, in ²/₃ und ¹/₃ Entfernung von der Achse auffallen. Dieselben hatten folgende Vereinigungsweiten und Brennweiten:

	Vereinigungsweiten	Brennweiten
I. gelb		
Rand	992,466	997,500
²/₃ Rand	992,519	997,556
¹/₃ Rand	992,542	997,581
Achse	992,549	997,588
II. violett		
Rand	992,701	997,828
²/₃ Rand	992,467	997,556
¹/₃ Rand	992,314	997,380
Achse	992,257	997,314.

Die Vernachlässigung der Dicken ergab demnach folgendes Resultat:

1. Das Objektiv hat nicht 1 *m* Brennweite, sondern nur 997 bis 998 *mm* Brennweite erhalten.

2. Der Farbenfehler ist für den Rand etwas zu stark überkorrigirt.

Der erste Fehler wäre entweder dadurch zu beseitigen, dass man sämmtliche Elemente des Objektives mit $^{1000}/_{998}$ multiplizirt und die so gefundenen Radien und Dicken ausführt, oder, dass man den letzten sehr langen Radius so wählt, dass die verlangte Brennweite herauskommt. Im ersten Falle würden die Fehler in ihrem Verhältniss gegeneinander sich gar nicht ändern, da nur eine Maassstabänderung eintritt, im zweiten Falle wäre die Veränderung der Fehler gegeneinander ganz minimal.

Um den unter 2. aufgeführten Fehler, die nicht ganz richtige Farbenlage, zu beseitigen, müsste man den 2., 3. und 4. Radius umändern.

Wir wollen über beide Fehler hinwegsehen, da sie doch verhältnissmässig klein sind, und wollen das Bild des Objektivs weiter untersuchen. Als deutlichste Einstellebene für die gelben Strahlen ergiebt sich

992,488.

Rand
2/3 Rand
1/3 Rand

Fig. 3.

Der Durchmesser des gelben Bildes in der Achse (Fig. 3, 10 000-mal vergrössert) wird

für	Randstrahlen	0,0014,
„	²/₃ „	0,0014,
„	¹/₃ „	0,0012.

Die gelben Strahlen ausser der Achse[1]) in der Achsenebene ergaben folgende Schnitthöhen mit der Einstellebene über bezw. unter dem Schnittpunkt des Hauptstrahls:

OR	(2)	13,916	— 0,013
O ²/₃*R*	(10)	13,922	— 0,007
O ¹/₃*R*	(18)	13,926	— 0,003

[1]) eines 48′ von der Achse entfernten Objektpunktes.

H. Str.	(1)	13,929	
U 1/3 *R*	(22)	13,932	+ 0,003
U 2/3 *R*	(14)	13,936	+ 0,007
UR	(6)	13,941	+ 0,012.

Die Durchschnittspunkte der Strahlen ausser der Achsenebene hatten zu dem des Hauptstrahls folgende Lagen:

a) beim Randkranz

Strahl	3 — 0,009	links	0,005
„	9 — 0,009	rechts	0,005
„	4 — 0,002	links	0,003
„	8 — 0,002	rechts	0,003
„	5 + 0,010	links	0,006
„	7 + 0,010	rechts	0,006

b) beim 2/3 Randkranz

Strahl	11 — 0,005	links	0,002
„	17 — 0,005	rechts	0,002
„	12 — 0,001	links	0,001
„	16 — 0,001	rechts	0,001
„	13 + 0,004	links	0,002
„	15 + 0,004	rechts	0,002

c) beim 1/3 Randkranz

Strahl	19 — 0,002	links	0,001
„	25 — 0,002	rechts	0,001
„	20 ± 0,000	links	0,001
„	24 ± 0,000	rechts	0,001
„	21 + 0,001	links	0,000
„	23 + 0,001	rechts	0,000.

Fig. 4 zeigt das so gefundene Bild des seitlichen Objektpunktes in etwa 3000-maliger Vergrösserung. Die drei Strahlenkränze bilden in diesem Bild keine Ellipsen, wie es die Theorie erfordern würde. Hätte man sich mit dieser Berechnung zufrieden gegeben, so wäre das Urtheil für die Theorie des Hrn. **Charlier** nicht günstig ausgefallen und man hätte den Schluss ziehen müssen, dass andere von **Charlier** nicht berücksichtigte Einflüsse das Zustandekommen des richtigen Bildes verhinderten. Genauere Ueberlegung liess es aber als wahrscheinlich erscheinen, dass nur die Ungenauigkeit der logarithmischen Rechnung die Unregelmässigkeit der Figur veranlasse. Es war nämlich siebenstellig gerechnet und bei den Winkeln nur 1/100 Sekunde aufgeschlagen worden. Es wurde deshalb die ganze Rechnung für den seitlich gelegenen Objektpunkt nochmals durchgeführt bei siebenstelliger Rechnung unter Berücksichtigung der tausendstel Sekunden. Die jetzt erhaltenen Resultate waren die folgenden:

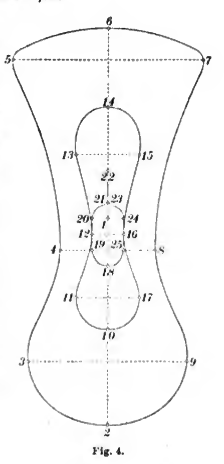


Fig. 4.

OR	(2)	13,916	— 0,013
O 2/3 *R*	(10)	13,922	— 0,007
O 1/3 *R*	(18)	13,926	— 0,003
H. Str.	(1)	13,929	
U 1/3 *R*	(22)	13,932	+ 0,003
U 2/3 *R*	(14)	13.936	+ 0,007
UR	(6)	13,941	+ 0,012.

Strahl	3 — 0,009	links	0,005
„	9 — 0,009	rechts	0,005
„	4 ± 0,000	links	0,007
„	8 ± 0,000	rechts	0,007
„	5 + 0,009	links	0,005
„	7 + 0,009	rechts	0,005
Strahl	11 — 0,005	links	0,002
„	17 — 0,005	rechts	0,002
„	12 ± 0,000	links	0,003
„	16 ± 0,000	rechts	0,003
„	13 + 0,005	links	0,002
„	15 + 0,005	rechts	0,002
Strahl	19 — 0,002	links	0,001
„	25 — 0,002	rechts	0,001
„	20 ± 0,000	links	0,001
„	24 ± 0,000	rechts	0,001
„	21 + 0,002	links	0,001
„	23 + 0,002	rechts	0,001.

Wie man sieht, ist Fig. 5 fast ganz regelmässig, nur die Lage der Strahlen 20 und 24 zeigt noch eine kleine Anomalie; doch ist diese sicher nur auf eine noch vorhandene Unsicherheit in der Rechnung zurückzuführen.

Nach der theoretischen Voraussetzung ist die Symmetriebedingung, d. i. diejenige Bedingung, welche die symmetrische Form des Bildes eines seitlich der Achse gelegenen Objektpunktes bewirkt, nur für eine Farbe gehoben, in Wirklichkeit aber wird ein solches Bild aus der Uebereinanderlagerung sämmtlicher Bilder entstehen, welche den verschiedenen Farben des Sonnenspektrums entsprechen. Aus diesem Grund schien es interessant, auch das violette Bild eines seitlich der optischen Achse gelegenen Sternes in ganz analoger Weise zu konstruiren.

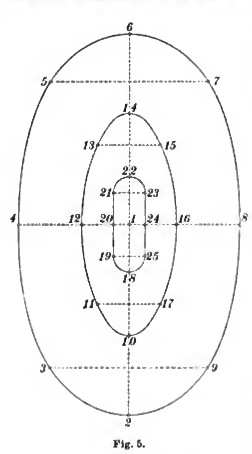


Fig. 5.

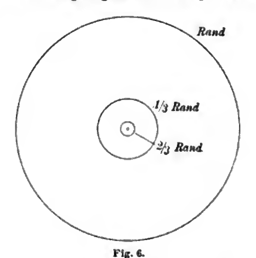


Fig. 6.

Die Resultate der durchgeführten Rechnungen sind die folgenden:

Der Durchmesser des violetten Bildes (Fig. 6, 3000-mal vergrössert) in der Achse ist

für	Randstrahlen		0,014
„	$^2/_3$	„	0,001
„	$^1/_3$	„	0,004

O R	(2)	13,927	− 0,002
O $^2/_3$ *R*	(10)	13,922	− 0,007
O $^1/_3$ *R*	(18)	13,923	− 0,006
H. Str.	(1)	13,929	
U $^1/_3$ *R*	(22)	13,936	+ 0,006
U $^2/_3$ *R*	(14)	13,939	+ 0,010
U R	(6)	13,937	+ 0,008.

Strahl	3 − 0,002	rechts	0,002
„	9 − 0,002	links	0,002
„	4 + 0,001	rechts	0,001
„	8 + 0,001	links	0,001
„	5 + 0,006	links	$0,000_4$
„	7 + 0,006	rechts	$0,000_4$
Strahl	11 − 0,005	links	0,003
„	17 − 0,005	rechts	0,003
„	12 ± 0,000	links	0,004
„	16 ± 0,000	rechts	0,004
„	13 + 0,007	links	0,004
„	15 + 0,007	rechts	0,004
Strahl	19 − 0,004	links	0,003
„	25 − 0,004	rechts	0,003
„	20 ± 0,000	links	0,004
„	24 ± 0,000	rechts	0,004
„	21 + 0,004	links	0,003
„	23 + 0,004	rechts	0,003.

Fig. 7 zeigt die eben aufgeführten Resultate wieder in etwa 3000-maliger Vergrösserung; das Bild ist kein regelmässiges, denn wenn der Strahlenkranz in $^2/_3$ und derjenige in $^1/_3$ der Höhe auch annähernd Ellipsen bilden, so zeigt doch der Randkranz sogar eine Kurve mit Doppelpunkt. Es besteht jedoch kein Grund, diese Unregelmässigkeiten auf die Ungenauigkeit der logarithmischen Rechnung zu schieben, da mit derselben Stellenzahl gerechnet wurde, wie bei dem gelben Bilde. Dass gerade das Bild des Randkranzes so stark von der Ellipse abweicht, scheint auf die gleich im Anfang erwähnte zu starke chromatische Ueberkorrektur der Randzone zurückzuführen zu sein. Im Ganzen aber weicht auch das violette Bild des seitlich von der optischen Achse gelegenen Objektpunktes weit weniger von der symmetrischen Form ab, als das gelbe Bild beim unkorrigirten Heliometerobjektiv[1]).

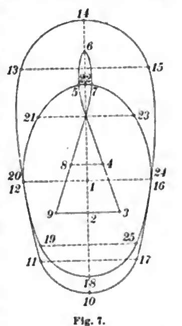


Fig. 7.

A. Steinheil's Untersuchungen am Königsberger Heliometerobjektiv haben zur Genüge gezeigt, wie kleine Fehler eine unsymmetrische Lichtvertheilung im Bilde herbeiführen, und aus dieser Arbeit geht hervor, dass auch bei richtiger Form des Objektives nur durch ganz genaue und sorgfältige Rechnung die wirkliche Vertheilung des Lichtes im Bilde gefunden werden kann. Wenn nun die mit Hülfe der Formeln des Hrn. Charlier gefundenen Radien ein Objektiv liefern, welches ein derartiges symmetrisches Bild giebt, so kann die im Anfang dieser Zeilen aufgestellte Behauptung: „Die Arbeit des Hrn. Charlier bedeute einen Schritt vorwärts" wohl als be-

[1]) Vgl. Steinheil, *a. a. O.*, Tafel IV u. V.

rechtigt erscheinen. Denn wenn wir auch gesehen haben, dass wegen der Vernachlässigung der Dicken die gefundenen Radien nicht als die absolut richtigen anzusehen sind, so können sie doch dem praktischen Optiker als erste Annäherung für weitere trigonometrische Rechnung dienen, ja sie werden in vielen Fällen gleich ausgeführt werden können.

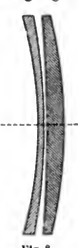


Fig. 8.

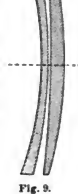


Fig. 9.

Zum Schlusse sei noch die zweite mögliche Form für ein zweilinsiges Objektiv erwähnt, welches allen oben aufgeführten Bedingungen genügt, weil sich dabei recht klar zeigt, wie sehr der Einfluss der Dicken mit den Formen der Linsen wechselt. Die Formeln von Charlier ergeben für diese zweite Form folgende Radien (Fig. 8, $^2/_3$ nat. Gr.):

$$R_0 = 123{,}27 \quad UZ$$
$$R_2 = 200{,}16 \quad UZ$$
$$R_4 = 882{,}186 \quad UZ$$
$$R_6 = 148{,}06 \quad UZ,$$

während bei Einführung der Dicken 2, 0,01 und 5 nach richtiger Korrektur die Radien folgende Werthe annehmen (Fig. 9, $^2/_3$ nat. Gr.):

$$R_0 = 105 \quad UZ$$
$$R_2 = 162{,}6 \quad UZ$$
$$R_4 = 450 \quad UZ$$
$$R_6 = 125{,}49 \quad UZ.$$

Während also die Vernachlässigung der Dicken bei der Form mit der erhabenen Fläche voraus gar keine nachherige Korrektur wegen der Dicken erfordert, muss diese bei der zweiten Form mit vorausstehender Hohlfläche ziemlich bedeutend werden.

Referate.

Apparat zur Ausmessung von Sternphotographien.

Engineering **63.** *S. 487. 1897.*

Bei dem auf der Sternwarte des *Harvard College* in Cambridge, U. S. A., benutzten Apparat zur Ausmessung von Sternphotographien wird die Lage der Sterne auf rechtwinklige Koordinaten bezogen. Die photographische Platte wird in einen Rahmen gelegt, dem man eine Neigung geben kann, wie sie einem für die Ausmessung am bequemsten erscheint. Um die Platte genau in die richtige Entfernung vom Objektiv des zur Ausmessung dienenden Mikroskops zu bringen, lässt sich der Rahmen durch vier in seinen Eckpunkten befindliche Schrauben dem Mikroskop nähern oder von ihm entfernen. Durch eine sehr exakte Schraube, deren Trommel in 1000 Theile getheilt ist und durch ein Mikroskop abgelesen werden kann, lässt sich der Rahmen nach rechts und links, sowie nach oben und unten verschieben. Die Okulare der drei Mikroskope liegen nahe nebeneinander, sodass sie von der vor der Platte sitzenden Person bequem benutzt werden können. *Kn.*

Ueber die physikalischen Eigenschaften von Nickel-Stahl-Legirungen.

Von Ch. Ed. Guillaume. *Compt. rend.* **124.** *S. 1515 u.* **125.** *S. 235. 1897.*

Guillaume hat seine Untersuchungen über die Eigenschaften der Nickel-Stahl-Legirungen (vgl. *diese Zeitschr.* **17.** *S. 155. 1897*) nach verschiedenen Richtungen hin fortgesetzt.

Zunächst wurde die Abhängigkeit des magnetischen Verhaltens von der Temperatur untersucht, um den Zusammenhang desselben mit den übrigen Eigenschaften der Legirungen

klarzustellen. Die Versuchsanordnung zu diesem Zweck war sehr einfach. Auf dem einen Pol eines Elektromagneten war ein mit Oel gefülltes, temperirbares Messinggefäss aufgestellt, in welches die an einem hölzernen Waagebalken aufgehängten Probebarren von rund 90 *mm* Länge und 23 *mm* Querschnittseite hineinragten. Dabei betrug die Entfernung der Probestücke vom Polschuh etwa 2 *mm*. Die bei verschiedenen Temperaturen nöthige Kraft zum Losreissen der Stücke vom Pol wurde durch Belastung des Waagebalkens festgestellt. Es ergaben sich Erscheinungen fast ganz analog denjenigen, welche bereits von J. Hopkinson (vgl. *diese Zeitschr.* ***11.*** *S. 342. 1891*) festgestellt worden sind. Die untersuchten Legirungen liessen sich hinsichtlich ihres magnetischen Verhaltens deutlich in zwei Gruppen trennen, in irreversibele und reversibele. Zur ersten Gruppe gehören die Legirungen bis zu 25 % Nickelgehalt, zur zweiten diejenigen von mehr als 25 %. Die ersteren sind eines starken Magnetismus fähig und verlieren ihn bei der Erwärmung allmählich zwischen Dunkelrothgluth und Kirschrothgluth. Bei der Rückkehr auf die Ausgangstemperatur bleiben sie zunächst unmagnetisch und gewinnen ihren Magnetismus erst bei tiefen Temperaturen wieder, und zwar ist diese Temperatur um so tiefer, je höher der Nickelgehalt der Legirung ist, dergestalt, dass bei ungefähr 25 % Nickelgehalt eine Abkühlung unter Null Grad nöthig ist. Die reversibelen Legirungen verlieren ihren Magnetismus bei ansteigender Temperatur, um ihn bei fallender Temperatur ebenso wiederzugewinnen. Im Allgemeinen nimmt ihr Magnetismus bei der Erwärmung bis zu einer bestimmten Temperatur sehr langsam ab, bei weiterer Steigerung um etwa 50° C. folgt dann eine sehr rasche Abnahme. Die kritische Temperatur für das Aufhören des Magnetismus steigt mit dem Nickelgehalt.

Für die Metrologie besonders wichtig sind genauere Mittheilungen über die dauernden Nachwirkungserscheinungen der neuen Legirungen. Hier lassen sich dieselben zwei Gruppen unterscheiden wie beim magnetischen Verhalten. Die erste Gruppe erfährt durch Erwärmung eine Zuammenziehung, die zweite aber eine Verlängerung von ähnlicher Gesetzmässigkeit wie bei den Nullpunktsänderungen der Thermometer. Die Nachwirkungserscheinungen der zweiten Gruppe sind um so grösser und schneller verlaufend, je näher die der Legirung mitgetheilte Temperatur der kritischen Temperatur für das Aufhören der Magnetismus liegt. Bei der Legirung mit etwa 36 % *Ni*, welche durch den niedrigen Wärmeausdehnungskoëffizienten für metrologische Zwecke besonders geeignet erscheint, verlaufen die Nachwirkungserscheinungen etwa folgendermaassen. Eine dauernde Erwärmung auf 100° bringt eine Verlängerung von 25 bis 30 μ pro Meter hervor; bei sinkender Temperatur dauern die Verlängerungen fort und erst nach einer viermonatlichen Ruhe bei Zimmertemperatur, während welcher noch eine Verlängerung von 2 bis 3 μ zu konstatiren war, scheint ein definitiver Zustand einzutreten. Dieser bleibende Zustand kann natürlich durch eine künstliche Alterung, bestehend in etwa 100-stündigem Erhitzen auf 100° und nachfolgenden systematischen Erwärmungen auf allmählich niedriger werdende Temperaturen erreicht werden. Eine weitere Ruhe des Materiales von 2 bis 3 Monaten bei Zimmertemperatur wird ausserdem vom Verf. empfohlen. Ein erneutes Erwärmen auf höhere Temperaturen wird aber vermuthlich neue Nachwirkungserscheinungen auslösen. Bis die Gesetzmässigkeiten dieser Erscheinungen genau ermittelt sind, hält Guillaume bei der Verwendung der Legirungen zu metrologischen Zwecken Vorsicht für geboten.

Ferner hat Guillaume die reversibelen Legirungen daraufhin untersucht, ob ihre Ausdehnungskoëffizienten ähnliche Aenderungen als Funktion des magnetischen Zustandes zeigen, wie sie von Hopkinson für die irreversibelen Nickel-Eisen-Legirungen schon nachgewiesen worden sind. Es zeigte sich, dass die Ausdehnungskoëffizienten bis zu der oben erwähnten kritischen Temperatur für das Aufhören des Magnetismus keine wesentlichen Aenderungen erfahren. Von da ab werden sie rasch grösser, um oberhalb einer zweiten, höheren Temperatur wieder einen ziemlich konstanten Werth anzunehmen, welcher aber immer höher bleibt als der Ausdehnungskoëffizient für das Bereich unter der kritischen Temperatur. Bezüglich einiger Zahlenangaben sei auf das Original verwiesen.

Endlich wurde der spezifische Widerstand bestimmt. Derselbe war ziemlich hoch und

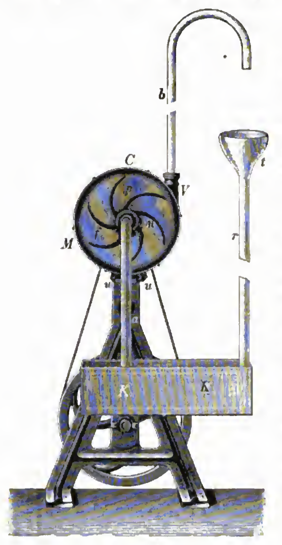
zeigte eine deutliche Abhängigkeit von der Temperatur, nicht aber, wie besonders bemerkenswerth ist, von den Aenderungen des Volumens oder des magnetischen Zustandes.

G.

Modell der Kreiselpumpe und des Kreiselgebläses.

Von Hans Hartl. *Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr.* **10.** *S. 125. 1897.*

Der gusseiserne Zylinder *C* trägt hinten einen Stopfbüchsenansatz, der zentrisch durchbohrt ist und oben ein kegelförmiges Schmierloch hat. Die durch jene Bohrung gesteckte Achse, die vorn sechs gekrümmte Flügel *f* trägt, ist in die aufrecht gestellte Schwungmaschine in der aus der Figur ersichtlichen Weise eingesteckt und festgeschraubt. Das Gehäuse *C* legt sich dabei mit den beiden angegossenen Backen *u u* an den einen Fuss der Schwungmaschine fest an. Es hat seitwärts den Ansatz *V*, in den das gläserne Steigrohr *b* eingeschraubt ist. Vorn ist *C* durch die am Rande dicht aufliegende starke Glasplatte *p* geschlossen, die durch den verschraubten Messingring *M* festgehalten wird. Die Platte ist in der Mitte durchbohrt und trägt dort, gut abgedichtet, ein messingenes Kniestück, in das das Saugrohr *a* eingesetzt ist. Der Wasserkasten *K* mit dem oben trichterförmig (*t*) erweiterten Auffangrohr *r* ist am Gestell der Schwungmaschine befestigt. Füllt man *K* und das Gehäuse *C* bis zur Mitte mit gefärbtem Wasser, so arbeitet der Apparat beim Drehen der Schwungmaschine als Kreiselpumpe. Werden das Saug- und Steigrohr entfernt und an dem Ansatz *V* ein zweimal rechtwinklig gebogener Draht mit Seidenfähnchen oder auch ein kleines exzentrisch eingestelltes Windrädchen zum Nachweis des austretenden Luftstroms befestigt, so zeigt der Apparat die Wirkung des Kreiselgebläses. Das Modell mit Zubehör kostet 40 M. und wird von dem Mechaniker J. Antusch in Reichenberg angefertigt.

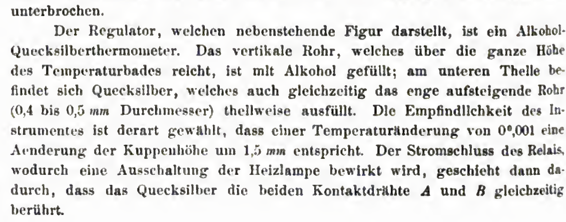


H. H.-M.

Ein Temperaturregulator.

Von Gouy. *Journ. de phys.* (3) **6.** *S. 479. 1897.*

Als Heizquelle dient dem Verfasser bei der benutzten Anordnung eine Glühlampe, die in eine Messingröhre eingeschlossen in das Flüssigkeitsbad eingesenkt wird. Der Strom wird unter Zwischenschaltung eines Relais durch einen Regulator geschlossen und unterbrochen.



Der Regulator, welchen nebenstehende Figur darstellt, ist ein Alkohol-Quecksilberthermometer. Das vertikale Rohr, welches über die ganze Höhe des Temperaturbades reicht, ist mit Alkohol gefüllt; am unteren Theile befindet sich Quecksilber, welches auch gleichzeitig das enge aufsteigende Rohr (0,4 bis 0,5 *mm* Durchmesser) theilweise ausfüllt. Die Empfindlichkeit des Instrumentes ist derart gewählt, dass einer Temperaturänderung von 0°,001 eine Aenderung der Kuppenhöhe um 1,5 *mm* entspricht. Der Stromschluss des Relais, wodurch eine Ausschaltung der Heizlampe bewirkt wird, geschieht dann dadurch, dass das Quecksilber die beiden Kontaktdrähte *A* und *B* gleichzeitig berührt.

Um eine gute Ausbildung der Kuppe und damit eine grosse Empfindlichkeit des Apparates herbeizuführen, ist der obere, den Strom zuführende Eisendraht *C* beweglich angeordnet; ein besonderer vom Rührer des Temperaturbades bethätigter Mechanismus ertheilt nämlich dem Draht *C* eine vertikale oszillatorische Bewegung von konstanter Geschwindigkeit, deren Elongation etwa 1,5 *mm* und deren Periode 20 Sek. beträgt. Bei seiner abwärts gerichteten Bewegung berührt der Draht den Meniskus, drückt ihn eine gewisse Strecke abwärts und steigt dann mit ihm zusammen wieder nach oben, wobei er ihn etwa im Punkte *B* wieder verlässt. In diesem Augenblicke hat dann der Meniskus seine normale konvexe Form und übt einen konstanten Druck auf den Alkohol aus.

Die Zeit *t*, während welcher der Stromkreis des Regulators in einer Periode geschlossen ist, variirt zwischen 0 und 20 Sekunden, je nach der Lage von *B*, die wiederum nur von der Temperatur des Regulators abhängt.

Das Reservoir des Regulators erhält zweckmässig eine möglichst grosse Oberfläche; am besten benutzt man ein Bündel paralleler Röhren oder eine Schlange. In der zuletzt angewendeten Form hatte der Regulator folgende Abmessungen:

Zahl der Schlangenwindungen	19
Innerer Durchmesser des Schlangenrohres	8 *mm*
Abgewickelte Länge	4,5 *m*
Volumen	225 *ccm*
Durchmesser der aufsteigenden Kapillare	0,45 *mm*
Standänderung der Kuppe für 0°,001.	1,5 *mm*

Schl.

Das „dunkele Licht" und die Durchlässigkeit des Ebonits für Licht.

Von Perrigot. *Compt. rend.* **124.** *S. 857 u. 1087. 1897.*

Erklärung einiger Versuche von G. Le Bon.

Von H. Becquerel. *Compt. rend.* **124.** *S. 984. 1897.*

Als im vergangenen Jahre die gesammte wissenschaftliche Welt unter dem Eindrucke der Entdeckung Röntgen's stand und dieselbe durch neue Experimente nach den verschiedensten Richtungen hin zu erweitern und zu klären strebte, machte G. Le Bon folgenden interessanten Versuch: Er bedeckte eine vorher schwach belichtete photographische Platte mit einer etwa $^1/_2$ *mm* dicken Ebonitplatte, legte auf die letztere mehrere Buchstaben aus Blech und belichtete das Ganze drei Stunden lang mit diffusem Licht; dann zeigten sich nach der Entwickelung der Platte dunkele Bilder der Buchstaben auf grauem Grunde. Die von Le Bon hierfür gegebene Erklärung lag damals nahe genug: „Ebenso, wie die Kathodenstrahlen in der Wand der von ihnen getroffenen Röntgen'schen Röhre die alles durchdringenden, photographisch ungemein wirksamen Röntgen-Strahlen hervorrufen, so werden auch die auf die Metallplättchen fallenden Strahlen gewöhnlichen weissen Lichtes in eine besondere Lichtart, das „dunkele Licht", transformirt, welches das sonst lichtundurchlässige Ebonit zu durchdringen und auf die photographische Schicht zu wirken vermag." Auch in *dieser Zeitschr.* **16.** *S. 93. 1896* wurde damals über diese Versuche und die von Le Bon gegebene Erklärung derselben kurz berichtet.

Inzwischen wurden die interessanten Versuche von Perrigot und von Becquerel wiederholt und variirt, und es scheint sich dabei mit ziemlicher Sicherheit herausgestellt zu haben, dass Le Bon's Erklärung auf einem Irrthum beruht, der hauptsächlich auf seine Annahme zurückzuführen ist, dass eine Ebonitplatte von 0,5 *mm* Durchmesser für gewöhnliches Licht absolut undurchlässig sei. Als nämlich Perrigot statt einer vorher schwach belichteten eine noch völlig unveränderte photographische Platte einführte, hoben sich nach der Entwickelung die Metallbuchstaben umgekehrt hell von einem dunkelen Grunde ab. Dieser scheinbare Widerspruch der Resultate lässt sich nun nach Perrigot in ungezwungener Weise auf Grund folgender Thatsachen erklären: Belichtet man mehrere ganz identische Bromsilber-Gelatine-Platten verschieden lange, so zeigt sich nach der Entwickelung, dass die

Reduktion des Bromsilbers anfänglich ungemein rasch mit der Expositionsdauer zunimmt, ein Maximum erreicht, um sodann wieder abzunehmen bis zu einer Grenze, über welche hinaus keine Veränderung mehr eintritt, wie lange man auch die Belichtung fortsetzen mag. Die Anwendung auf den vorliegenden Fall ergiebt sich nun leicht: Die vorher belichtete Platte würde nach der Entwickelung eine gewisse dunkele Färbung besitzen. Setzt man sie statt dessen, wie Le Bon es that, von Neuem diffusem Lichte aus, so lassen die über dem Ebonit liegenden Metallbuchstaben kein Licht mehr durchdringen, wohl aber das Ebonit selbst; an den hierunter befindlichen Stellen wird also mit der Zeit das Maximum der Reduktion überschritten, es tritt eine sogenannte *Umkehrung* ein und die Dunkelheit der Platte wird hier geringer als an den vom Metall bedeckten Stellen, sodass nunmehr thatsächlich die Buchstaben sich dunkel vom helleren Grunde abheben.

Ganz besonders beweiskräftig für diese Erklärung ist folgender Versuch Perrigot's: Lässt man die Metallplättchen ganz weg und verdickt statt dessen die Ebonitplatte an einer Stelle, vermindert dagegen die Dicke an einer anderen Stelle, so heben sich bei einer vorher belichteten Platte die Bilder der dünneren Stellen hell, die der dicken Stellen dunkel von einem Grunde mittlerer Dunkelheit ab; bei einer vorher *nicht* belichteten Platte dagegen tritt genau das Entgegengesetzte ein.

Den Einfluss, den die vorangegangene Belichtung der Platte auf die Erscheinung ausübt, erörtert Becquerel noch in einfacher Weise folgendermaassen: Er weist nämlich nach, dass es hauptsächlich die im Sonnenlicht enthaltenen *rothen* Strahlen sind, welche das Ebonit mit grosser Leichtigkeit zu durchsetzen vermögen. Nun hatte schon Becquerel's Vater im Jahre 1840 gezeigt, dass eine für gelbes und rothes Licht unempfindliche Platte empfindlich wird, wenn sie kurze Zeit dem weissen Licht ausgesetzt war; die rothen und infrarothen Strahlen setzen also dann die vorher von den blauen und violetten Strahlen begonnene chemische Wirkung fort. Bei den Versuchen von Le Bon waren die unter dem Metall liegenden Theile vor der Wirkung der rothen Strahlen geschützt, welche von der Ebonitplatte durchgelassen werden. An den ungeschützten Stellen wird also die bekannte, und von Perrigot zur Erklärung herangezogene Thatsache der *Umkehrung* der photographischen Wirkung eintreten können, falls die Platte vorher belichtet war, sonst nicht.

Es ist somit nicht nöthig, zur Erklärung der von Le Bon beobachteten Erscheinung eine neue Lichtart, das „*dunkele Licht*", anzunehmen, es reichen hierzu vielmehr die seit langer Zeit bekannten Wirkungen der rothen Lichtstrahlen vollständig aus. *Glch.*

Eine neue Bestimmung der kritischen Geschwindigkeit.

Von M. Hurmuzescu. *Ann. de chim. et de phys. (7)* ***10.*** *S. 433. 1897.*

Durch die Begründung des elektrostatischen und elektromagnetischen Maasssystems war auch die Bestimmung der Verhältnisszahl beider Systeme, die die Dimension einer Geschwindigkeit hat, gegeben. Eine Messung dieser „kritischen Geschwindigkeit" ist nach mannigfachen Methoden von einer grossen Zahl von Physikern ausgeführt worden. Eine ausführliche Literaturangabe über diese Arbeiten findet sich in der Einleitung der umfangreichen Abhandlung von Hurmuzescu, die eine neue, möglichst genaue Messung der Grösse v nach einer von Maxwell angegebenen Methode zum Gegenstand hat.

Maxwell befestigte an den Platten eines absoluten Thomson'schen Elektrometers je eine Spule, deren Windungsflächen den Kondensatorplatten parallel liegen. Durch die hintereinander geschalteten Spulen wird dann ein Strom von solcher Stärke und Richtung geschickt, dass die elektrodynamische Abstossung der Spulen gleich ist der elektrostatischen Anziehung der auf entgegengesetzt gleiche Potentiale geladenen Kondensatorplatten.

Der Nachtheil der Maxwell'schen Anordnung besteht darin, dass die wirksamen Kräfte sich mit dem Abstande der Platten und Spulen von einander ändern, und zwar für die Spulen nach einem anderen Gesetz als für die Platten, sodass das Gleichgewicht nicht stabil sein kann. Um diese Unvollkommenheit zu beseitigen, befestigt Hurmuzescu an

den Enden des horizontalen Waagebalkens einer Torsionswaage je einen Zylinder eines Zylinderkondensators und im Drehpunkt des Balkens eine kurze Rolle, die im Innern einer langen festen Rolle schwebt, sodass die Achsen dieser beiden das Elektrodynamometer bildenden Rollen auf einander senkrecht stehen.

Von dem Torsionsdraht muss verlangt werden, dass jede elastische Nachwirkung beseitigt ist, da während der Beobachtungen sich der Nullpunkt nicht verschieben darf. Um sich einen solchen Draht herzustellen, befestigt Hurmuzescu den Draht an einem in den Wänden des Beobachtungsraumes eingelassenen gusseisernen Doppelträger, umgiebt ihn der ganzen Länge nach mit zwei konzentrischen Röhren, zwischen denen ein Wasserstrom geleitet wird, um eine konstante Temperatur zu erzielen. Das untere Ende trägt ein kleines Gewicht, das freihängend in Quecksilber taucht. Es wird nun ein langsam ansteigender Strom durch den Draht geleitet, bis letzterer in schwache Rothgluth geräth; dabei kann er vermöge der Art der Aufhängung vollständig frei sich ausdehnen und detordiren. Lässt man ihn nun langsam erkalten und belastet ihn, um ihn ein wenig zu härten, einige Zeit mit einem Gewicht, das er gerade noch tragen kann, ohne zu zerreissen, so erhält man einen Torsionsdraht, der monatelang seine Nulllage nicht ändert. Von den auf diese Weise untersuchten Materialien — Kupfer, Phosphorbronze und Silber — gaben Silberdrähte die besten Resultate. Die endgültigen Versuche wurden mit einem derartigen, vorher untersuchten Silberdraht ausgeführt.

Jedes der Elektrometer, die an den beiden Enden des Waagebalkens angebracht sind, besteht aus einem Aluminiumzylinder als beweglichem System und zwei Halbzylindern aus Messing als festem System, die von beiden Seiten her mantelförmig über den Aluminiumzylinder geschoben sind.

Um beide Zylinder so zu justiren, dass sie eine gemeinsame Achse besitzen, sind in die Mittelpunkte der Endflächen des Aluminiumzylinders kleine kreisrunde Löcher gebohrt; ebenso können in die Messingzylinder genau passende Ebonitscheiben eingeschoben werden, die ebenfalls in ihrer Mitte mit einem kleinen Loch versehen sind. Durch einen Lichtstrahl kann dann die Koïnzidenz der Achsen geprüft werden. Die Ausmessung des äusseren Durchmessers des Aluminiumzylinders und des inneren des Messingzylinders wurde mit einem Kathetometer ausgeführt.

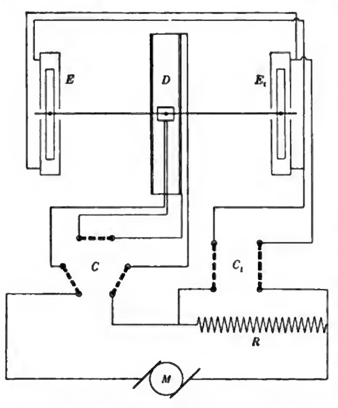
Der Aluminiumzylinder war am Hebelarm folgendermaassen befestigt. Auf dem Hebelarm, der aus einem etwa 1 *cm* dicken und 78 *cm* langen Aluminiumrohr bestand, war eine Hülse verschiebbar, in die rechtwinklig ein 10 *cm* langes Rohr eingeschraubt war. In dieses Rohr passte genau ein Stift, der eine zweite Hülse zur Aufnahme des Aluminiumzylinders trug. Auf diese Weise konnte der Zylinder leicht senkrecht zum Hebelarm eingestellt werden und die Länge des Armes beliebig regulirt werden. Eine exakte Messung der Länge des Armes ist auf diese Weise nicht möglich; es wurde deshalb bei verschiedener Länge der Hebelarme beobachtet und nur die genau bestimmbare Differenz der Hebelarme für die Berechnung benutzt.

Die feste Spule des Elektrodynamometers ist 56,5 *cm* lang und hat einen Durchmesser von 12,3 *cm*. Sie besteht aus einem Hohlzylinder aus Messing, in den ein Schraubengewinde von geringer Tiefe eingeschnitten ist. Nachdem der Zylinder mehrfach mit einer alkoholischen Lösung von Gummilack bestrichen und der Lack gut getrocknet war, wurde er mit einem durch gummigetränkte Seide isolirten Kupferdraht bewickelt. Die Ausmessungen wurden mit dem Kathetometer ausgeführt. Die bewegliche Spule, die im Innern der festen Spule schwebt, wird durch einen zweimal rechtwinklig gebogenen Hebelarm aus Aluminium getragen, um den auch die Zuleitungsdrähte geschlungen sind, die einerseits mit dem Aufhängedraht, andererseits mit einem Quecksilbernapf verbunden werden. Die bewegliche Spule war 6 *cm* lang, hatte einen Durchmesser von 8 *cm* und hatte 4 Lagen 0,4 *mm* starken Kupferdrahtes.

Um die Windungsfläche der beweglichen Spule zu bestimmen, wurde sie in einem zentrischen Loch einer aus zwei Brettern aus getrocknetem Buchenholz zusammengeleimten

kreisförmigen Scheibe befestigt. In den Rand dieser Scheibe, deren Durchmesser 23,3 *cm* betrug, waren 95 Drahtwindungen eingelegt. Sie war an dem Torsionsdraht so aufgehängt, dass ihre Normale zum magnetischen Meridian senkrecht stand. Es wurden nun Ströme durch die Spule und die Kreiswindung von solcher Richtung und Stärke geschickt, dass das ganze System in Ruhe blieb. Diese Methode der Bestimmung einer Windungsfläche ist nicht neu, sondern bereits von Himstedt ausgeführt worden (*Wied. Ann. 18. S. 433. 1883*).

Der für die Messungen nothwendige Widerstandssatz war aus Neusilber angefertigt. Es ist eigenthümlich, dass man sich im Auslande noch so oft die Vorzüge, die das Manganin als Widerstandsmaterial bietet, entgehen lässt. Trotz aller Hülfsmittel, die Hurmuzescu anwendet, und auf die nicht weiter eingegangen werden soll, kann die Widerstandsmessung auf diesem Wege nicht den Grad von Genauigkeit erreichen, die bei Verwendung moderner Manganinwiderstände auf viel einfachere Weise erreichbar ist.



Der Kommutator bestand aus drei über einander gelegten Ebonitscheiben, auf denen in zwei konzentrischen Kreisen die Kontaktklötze angeordnet waren. Ein drehbares Ebonitkreuz bewirkte mit jedem Arm die Verbindung zweier auf einem Radius liegender Klötze. Der eine Arm des Kreuzes bediente nur das Elektrometer, der andere nur das Elektrodynamometer. Die nothwendigen Verbindungen zwischen den Klötzen waren durch Drähte hergestellt, die in Rinnen im Ebonit geführt waren; um ihre Lage zu sichern, waren die Rinnen mit Paraffin ausgegossen.

Als elektromotorische Kraft wurde eine besondere Dynamomaschine benutzt. Die Maschine besass vier Ringe, die auf derselben Welle sassen. Jeder Ring ist mit 160 Abtheilungen von je 66 Windungen bewickelt und kann eine Maximalspannung von 1000 *Volt* liefern, sodass die höchst erreichbare Spannung 4000 *Volt* beträgt.

Die Schaltung der einzelnen Theile war folgende. In den Stromkreis der Dynamomaschine M waren ausser einem Regulirwiderstande ein Widerstand R (vgl. die Fig.) und hintereinander die feste und bewegliche Spule D geschaltet. Die Enden des Widerstandes R wurden an die Elektrometer E und E_1 derartig gelegt, dass sich bei jedem Elektrometer der bewegliche Zylinder und der eine feste Halbzylinder auf dem einen Potential, der andere Halbzylinder auf dem anderen Potential befand. Der bewegliche Zylinder wurde dadurch auf das gewünschte Potential gebracht, dass er mit dem Aufhängedraht, der auch zur Stromzuführung für die bewegliche Rolle des Elektrodynamometers diente, metallisch verbunden war. Dabei wurden die Elektrometer derartig geladen, dass die auftretenden Kräfte eine Ablenkung in demselben Sinne hervorriefen. Unsymmetrien wurden durch geeigneten Gebrauch der Kommutatoren C und C_1 unschädlich gemacht; war die Einrichtung für einen bestimmten Hebelarm L justirt, so kann das bewegliche System durch Regulirung des Widerstandes R zur Ruhe gebracht werden. Die kritische Geschwindigkeit berechnet sich dann nach der Formel $v = \alpha R \sqrt{L}$, wo die Konstante α aus den Abmessungen des Apparates gefunden wurde.

Thatsächlich wurden die Beobachtungen für vier verschiedene Längen des Hebelarmes L ausgeführt und, wie bereits erwähnt, nur die Differenzen der Hebelarme für die Rechnung verwandt.

Aus einer sehr grossen Zahl von Beobachtungen wird für *v* der Werth $3{,}001 \cdot 10^{10}$ *cm* abgeleitet, den Hurmuzescu bis auf $^1/_{1000}$ für richtig hält; diese Zahl weicht um weniger als $^1/_{1000}$ von dem wahrscheinlichsten Werth für die Lichtgeschwindigkeit ($2{,}998 \cdot 10^{10}$ *cm*) ab.

E. O.

Kurzes Peil- und Kartirungsverfahren unter Benutzung eines Messtisches.

Von M. Musset. *Centralbl. d. Bauverwalt. 1897. S. 16.*

Verf. beschreibt ein bei Messungen in der Untereibe befolgtes Messungsverfahren, das hier besonders mit Rücksicht auf die Messtisch-Einrichtungen angezeigt wird. Ein kleiner Dampfer durchfuhr die durch Doppelmarken an den Ufern bezeichneten Profillinien, die auf dem Messtischblatt eingetragen waren. Auf dem Messtisch auf einem der Uferstandpunkte hatte der Beobachter als Zielmittel ein um den Standpunkt drehbares Diopterlineal; er verfolgte damit den Schornstein des kleinen Dampfers, der jede Lothungsstelle durch einen Pfiff anzeigte, und hatte nun nur jedesmal die Federnadel an der Linealkante niederzudrücken und den Punkt einzuringen, wobei durch besondere Signale nach einer runden Zahl (5) von aufgenommenen Punkten die Identität der Punkt-Nummern kontrolirt wurde. 22 Querprofile sind von 6 Messtischstandorten aus aufgenommen worden; die Aufnahme eines Profils dauerte kaum länger, als der Dampfer Zeit nöthig hatte, um die Profillinie langsam zu durchfahren. Das um einen festen Punkt drehbare Diopterlineal mit Nadel ist der gewöhnlichen Kippregel vorgezogen worden, weil es mit jenem leichter ist, der langsamen Bewegung des Schiffes stets genügend zu folgen; an Winkelmessvorrichtungen würde man ohnehin den schnell auf einander gegebenen Zeichen des Dampfers mit der Ablesung nicht haben folgen können. Sehr einfach ist auch die Konstruktion der Querschnitte und der Tiefenlinien ohne Benutzung von Zirkel und Lineal durchgeführt. *Hammer.*

Neu erschienene Bücher.

M. von Rohr, Zur Geschichte und Theorie des photographischen Teleobjektivs mit besonderer Berücksichtigung der durch die Art seiner Strahlenbegrenzung bedingten Perspektive. 8°. IV, 41 S. mit 7 Fig. Weimar, K. Schwier 1897.

Das Teleobjektiv zeichnet sich bekanntlich vor den übrigen photographischen Objektiven unter Anderem durch eine in gewisser Hinsicht universellere Anpassungsfähigkeit an die Aufgaben des praktischen Photographen aus. Indem es demselben von der Brennweite der positiven Komponente aufwärts jede beliebige Brennweite zur Verfügung stellt, kann dieser bei einem gegebenen Standpunkt den Gegenstand in jedem beliebigen Maassstab aufnehmen oder bei einem vorgeschriebenen Maassstab den Standpunkt je nach dem gewünschten perspektivischen Eindruck beliebig wählen. Dieser Umstand, dazu noch die wieder besondere Vorzüge bedingende eigenthümliche Lage der Brennpunkte, machen es begreiflich, dass die richtige Verwendung des Teleobjektivs grössere Schwierigkeiten bietet und daher eine genauere Kenntniss der optischen Eigenschaften desselben voraussetzt. Wird sich nun auch der Praktiker im Allgemeinen mit einer das Wichtigste kurz zusammenfassenden Gebrauchsanleitung[1]) begnügen, so werden doch manche Kreise den Wunsch nach einer eingehenderen Darstellung, wie es die vorliegende ist, empfinden. Wer durch das Studium einer zusammenhängenden, möglichst vollständigen Entwicklung der optischen Eigenschaften des Tele-

---

[1]) An dieser Stelle möchte Ref. auf die von P. Rudolph verfasste Gebrauchsanleitung der Zeiss'schen Werkstätte aufmerksam machen, worin zum ersten Male auch die Verwendung des Teleobjektivs für Portraitaufnahmen mit grosser Figur eingehender behandelt wird, und zwar gerade mit Rücksicht auf die Eigenschaften, welche das Instrument für derartige Arbeiten so besonders geeignet machen.

objektivs mit dem Wesen desselben vertraut geworden ist, wird es nicht schwer fallen, zu einem rationellen Arbeiten mit diesem Instrument zu gelangen.

In der Einleitung giebt Verf. nach einer Abgrenzung des Begriffs Teleobjektiv eine historische Uebersicht über die Entwicklung dieser Konstruktion; es mag daraus hervorgehoben werden, dass die Erfindung auf J. Porro (1851) zurückgeht. Sodann werden die für Bildlage und Bildgrösse maassgebenden Konstanten, Brennweite und Brennpunktsabstände, abgeleitet, wobei im Anschluss an P. Rudolph stets das Teleobjektiv als ein optisches Ganzes behandelt wird. Dies Verfahren hat den Vortheil, dass die Wirkung in Analogie zu der bekannten des gewöhnlichen photographischen Objektivs gesetzt wird; überdies wird der Vergleich mit letzterem erleichtert. Die Verwendung des Teleobjektivs für Fern- und Nahaufnahmen wird getrennt behandelt, in beiden Fällen zeichnet sich dasselbe dadurch aus, dass es kürzeren Kameraauszug erfordert, in letzterem ausserdem durch grösseren Objektabstand. Der Unterschied wächst nach den Formeln sowohl mit dem Betrag der absoluten Brennweiten als auch mit dem Verhältniss der Brennweiten der positiven und negativen Komponente. Es ist wichtig, dies für den Vergleich verschiedener Teleobjektive zu beachten, zumal da das Brennweitenverhältniss auch auf Bildkrümmung und Verzeichnung Einfluss hat.

Der letzte und grössere Theil des Werks handelt von den durch die Art der Strahlenbegrenzung bedingten Eigenschaften, unter die Perspektive, Tiefe der Schärfe, Bildkreisgrösse und Helligkeit zu rechnen sind. Im Anschluss an E. Abbe werden die grundlegenden Begriffe, Aperturblende und deren objekt- und bildseitig projizirten Bilder, Eintritts- und Austrittspupille, sowie Gesichtsfeldblende, festgelegt. Besonders aber gewinnt die nun folgende Darstellung an Einfachheit und Durchsichtigkeit durch Einführung des Begriffs der Einstellungsebene als der Ebene, welche der Mattscheibenebene objektseitig als Bild entspricht. Es tritt so deutlich hervor, dass die Rolle, welche das Objektiv für Perspektive und Tiefe der Schärfe spielt, durch die Lage und Grösse seiner Eintrittspupille im Wesentlichen bestimmt ist, während die Brennweite nur eine sehr beiläufige Bedeutung hat. Die perspektivische Wirkung des Teleobjektivs zeigt nur bei Nahaufnahmen einen Unterschied gegenüber der des gewöhnlichen Objektivs, weil bei gleicher Brennweite und gleichem Maassstab der Aufnahme die Eintrittspupille weiter vom vorderen Brennpunkt und damit auch der Einstellungsebene zurückliegt; es erscheint so eine Portraitaufnahme mit Teleobjektiv weniger leicht perspektivisch übertrieben. Ebenso liefert bei Nahaufnahmen das Teleobjektiv gegenüber einem gewöhnlichen Objektiv gleicher relativer Oeffnung schärfere, aber auch lichtschwächere Bilder von sich in die Tiefe erstreckenden Gegenständen. Zum Schluss werden noch die Formeln für die Grösse des Gesichtsfeldes und der Apertur bei parallelem Gang der einfallenden Strahlen abgeleitet und diskutirt. *A. K.*

L. Boltzmann, Vorlesungen üb. die Prinzipe der Mechanik. In 3 Thln. I. Thl., enth. die Prinzipe, bei denen nicht Ausdrücke nach der Zeit integrirt werden, welche Variationen der Koordinaten od. ihrer Ableitgn. nach der Zeit enthalten. gr. 8°. X, 241 S. m. 16 Fig. Leipzig, J. A. Barth. 6,00 M.

E. Mach, Populärwissenschaftl. Vorlesungen. 2. Aufl. 8°. IX, 344 S. m. 46 Abbildgn. Leipzig, J. A. Barth. 5,00 M.; geb. in Leinw. 5,75 M.

G. Naccari, *Astronomia nautica.* 12°. 334 S. m. 46 Fig. Mailand 1897. 2,80 M.

L. Henry, *Traité de Géodésie tachéométrique ou le Tachéomètre à la portée de tous.* 8°. 308 S. m. 1 Atlas von 39 Tafeln in 4°. Paris 1897.

C. E. Curry, *Theory of Electricity and Magnetism. With a preface by L. Boltzmann.* 8°. Mit Figuren. London 1897. Geb. in Leinw. 8,80 M.

W. C. Fischer, *Potentiometer and its adjuncts.* 8°. 204 S. m. Fig. London 1897. Geb. in Leinw. 6,50 M.



Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Redaktionskuratorium:

Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. **H. Landolt**, Vorsitzender, Prof. Dr. **A. Westphal**, geschäftsführendes Mitglied,
Prof. Dr. **E. Abbe**, Dr. **H. Krüss**.

Redaktion: Dr. **St. Lindeck** in Charlottenburg-Berlin.

XVII. Jahrgang. **Dezember 1897.** Zwölftes Heft.

Vergleichung zwischen Stab- und Einschlussthermometern aus gleichen Glassorten.

Von
E. Gumlich und **K. Scheel.**
(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.)

Bei Anwendung der Reduktionen von Quecksilberthermometern auf das Gasthermometer wird im Allgemeinen angenommen, dass die verschiedenen Typen von Thermometern, wenn sie nur aus derselben Glassorte gefertigt sind, keine Verschiedenheit der Angaben zeigen. Im Verlaufe einer anderweitigen Untersuchung ergab sich die Gelegenheit, die Zulässigkeit dieser Voraussetzung durch direkte Vergleichung von Stab- und Einschlussthermometern zweier Glassorten bei verschiedenen Temperaturen zu prüfen; die gewonnenen Resultate sollen im Folgenden mitgetheilt werden.

Zu den Vergleichungen dienten je zwei Stab- und Einschlussthermometer aus den gebräuchlichsten Jenaer Glassorten 16^{III} und 59^{III}. In Bezug auf die individuelle Untersuchung der Stabthermometer (IV und VII aus Glas 16^{III}, 203 und 207 aus Glas 59^{III}) kann auf die *Wissensch. Abhandl. der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt* ***1.*** *1894 u.* ***2.*** *1895*, wo auch die Korrektionstabellen veröffentlicht sind, verwiesen werden[1]). Von diesen Thermometern tragen VII und 203 eine ununterbrochene Theilung in $0^0,1$ von unter 0^0 bis über 100^0. Bei IV umfasst die durchgetheilte Skale nur etwa 50^0, bei 207 nur etwa 33^0, doch erlauben vorhandene Erweiterungen in der Kapillare durch Abtrennen von Quecksilberfäden geeigneter Länge diese relativ kurze Skale für verschiedene Temperaturintervalle benutzbar zu machen. Die Länge eines Grades beträgt bei VII, IV und 203 etwa 6 *mm*, bei 207 etwa 8 *mm*.

Die Einschlussthermometer (245 und 296 aus Glas 16^{III}, 420 und 421 aus Glas 59^{III}) sind sämmtlich von unter 0^0 bis über 100^0 in $0^0,1$ durchgetheilt; die Gradlänge beträgt etwa 4 *mm*. Die Skale ist nach der Fuess'schen Anordnung unten in einem Becher gelagert und wird in diesen von oben her durch eine Feder fest eingedrückt. Etwa beim Theilstrich 40^0, sowie oberhalb 100^0 ist die Skale mit der Kapillare durch Drahtschlingen verbunden.

Die Kalibrirung dieser Thermometer ist nach der Neumann-Thiesen'schen Methode von 5^0 zu 5^0 durchgeführt. Bei den Thermometern aus Glas 16^{III} übersteigen die Kaliberkorrektionen, wie bei den Stabthermometern, nur wenig den Betrag von $0^0,2$; bei den Thermometern aus Glas 59^{III} dagegen erreichen sie Werthe bis annähernd $0^0,7$. Der Grund für diese starke Ungleichmässigkeit des Kalibers ist darin zu suchen, dass diese Instrumente aus den ersten aus Glas 59^{III} gezogenen Röhren her-

[1]) Siehe auch *diese Zeitschr.* ***15.*** *S. 2, 41, 81 u. 117. 1895* und ***15.*** *S. 433. 1895.*

gestellt waren; selbstverständlich dürfen infolgedessen an die Genauigkeit der Angaben dieser Thermometer nicht die gleichen Anforderungen gestellt werden, wie bei den übrigen Instrumenten.

Die Koëffizienten des äusseren Druckes, aus welchen sich die des inneren Druckes rechnerisch ableiten lassen, sowie die Fundamentalabstände wurden nach früher angegebenen Methoden[1]) ermittelt.

Zu den in horizontaler Lage ausgeführten Vergleichungen diente der in den *Wissensch. Abhandl. der Phys.-Techn. Reichsanstalt 2. S. 31. 1895* beschriebene Apparat[2]). Derselbe besteht im Wesentlichen aus einem vom temperirten Wasser durchflossenen Messingkasten, dessen wasserdicht aufgeschraubter Deckel zum Zwecke der Ablesung mit einer Spiegelglasplatte versehen ist. Die Thermometer werden dabei innerhalb des Kastens durch einen sie eng umgebenden Kupfermantel vor den etwa noch vorhandenen grösseren Temperaturschwankungen im Messingkasten geschützt.

Die Vergleichungen wurden, ebenfalls nach dem *a. a. O.* aufgestellten Schema, bei den Temperaturen 10°, 20°, 30°, 40°, 50° und 75° durchgeführt. Jede Reihe umfasste 32 mikroskopische Einzelablesungen jedes Instrumentes, in welche sich beide Beobachter theilten. Die Stabthermometer wurden dabei zur Vermeidung der Parallaxe mit Theilung vorne und Theilung hinten abgelesen, während man sich bei den Einschlussthermometern mit einer möglichst genauen Horizontirung begnügen musste. In allen Fällen sorgte man aus bekannten Gründen für einen langsamen Temperaturanstieg während der Beobachtungen. Nach jeder Vergleichung bestimmte man von allen Instrumenten die Eispunkte.

Zusammenstellung der Resultate.

Glas 16^{III}

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
IV	VII	245	296	$M_{St} = \frac{IV + VII}{2}$	$245 - M_{St}$ in 0°,001	$296 - M_{St}$ in 0°,001	$M_E - M_S$ in 0°,001
9,511	9,515	9,504	9,509	9,513	− 9	− 4	− 6
19,372	19,370	19,370	19,377	19,371	− 1	+ 6	+ 2
30,334	30,339	30,321	30,329	30,336	− 15	− 7	− 11
39,957	39,956	39,954	39,962	39,957	− 3	+ 5	+ 1
50,151	50,151	50,141	50,153	50,151	− 10	+ 2	− 4
74,514	74,508	74,506	74,501	74,511	− 5	− 10	− 7

Glas 59^{III}

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
203	207	420	421	$M_{St} = \frac{203 + 207}{2}$	$420 - M_{St}$ in 0°,001	$421 - M_{St}$ in 0°,001	$M_E - M_S$ in 0°,001
10,071	10,069	10,075	10,073	10,070	+ 5	+ 3	+ 4
19,988	19,988	19,994	20,000	19,988	+ 6	+ 12	+ 9
29,776	29,772	29,787	29,785	29,774	+ 13	+ 11	+ 12
40,594	40,596	40,598	40,598	40,595	+ 3	+ 3	+ 3
50,976	50,974	50,991	50,998	50,975	+ 16	+ 23	+ 19
75,029	75,031	75,038	75,032	75,030	+ 8	+ 2	+ 5

[1]) *Wissensch. Abhandl. der Phys.-Techn. Reichsanstalt* **1.** *S. 71 u. 90. 1894*; **2.** *S. 138. 1895*; siehe auch *diese Zeitschr.* **15.** *S. 81 u. 123. 1895*; **16.** *S. 56. 1896.*

[2]) Siehe auch *diese Zeitschr.* **15.** *S. 436. 1895.*

Die vollständig reduzirten Beobachtungen ergaben die in den ersten vier Spalten der vorstehenden Zusammenstellung aufgeführten Resultate, wobei für IV und VII bei 50° und 75° die aus früheren Vergleichungen[1]) gefundenen individuellen Korrektionen bereits berücksichtigt sind.

Die Abweichungen zwischen IV und VII sowie zwischen 203 und 207 zeigen keinerlei systematischen Gang und übersteigen ihrer Grösse nach nicht die zu erwartenden zufälligen Beobachtungsfehler. Es ist deshalb gerechtfertigt, der weiteren Diskussion die in Spalte 5 aufgeführten Mittelwerthe zu Grunde zu legen. Die 6. und 7. Spalte geben alsdann die Abweichungen der Einschlussthermometer von diesen Mitteln. In diesen Zahlen tritt eine die Beobachtungsfehler übersteigende Differenz zwischen den Einschlussthermometern unter sich nicht hervor; es erscheint daher gerechtfertigt, auch diese Zahlen (Spalte 8) zu Mittelwerthen zu vereinigen.

Bei den Thermometern aus Glas 16^{III} lassen die Mittelwerthe einen systematischen Gang nicht mit Sicherheit erkennen; auch die absolute Grösse der Abweichungen zwischen den Stab- und Einschlussthermometern überschreitet mit Ausnahme der Beobachtungen bei 30° nicht den von vornherein zu erwartenden Betrag. Bei den Thermometern aus Glas 59^{III} scheint dagegen ein systematischer Gang in den Differenzen zwischen Stab- und Einschlussthermometern deutlich erkennbar. Um diese Abweichungen möglichst von zufälligen Beobachtungsfehlern zu befreien, ist in der folgenden Tabelle eine Ausgleichung dieser Werthe nach der Parabel

$$+ 460\, T\, (100 - T)\, 10^{-8}$$

gegeben und sind in der letzten Spalte die übrigbleibenden Fehler gebildet. Die Summe der Fehlerquadrate (Σv^2) ist hierdurch auf fast den fünften Theil herabgemindert, und auch die Fehlervertheilung zeigt keinen systematischen Gang mehr.

Temperatur	$M_E - M_{St}$ in 0°,001		Beob.—Ber. in 0°,001
	beob.	berechn.	
10°	+ 4	+ 4	0
20°	+ 9	+ 7	+ 2
30°	+ 12	+ 10	+ 2
40°	+ 3	+ 11	− 8
50°	+ 19	+ 12	+ 7
75°	+ 5	+ 9	− 4
Σv^2	636		137

Die durch die Parabel dargestellten Abweichungen zwischen Stab- und Einschlussthermometern werden nicht überraschen, wenn man berücksichtigt, dass der die Theilung tragende Milchglasstreifen unzweifelhaft nicht aus demselben Glase besteht, wie die Kapillare. Es ist auch von vornherein ersichtlich, dass eine hierdurch bedingte systematische Abweichung hauptsächlich bei den Thermometern aus Glas 59^{III}, dessen Ausdehnungskoëffizient ganz besonders klein ist, in Erscheinung treten muss, während diese Differenz beim Glas 16^{III} mit einem wesentlich höheren Ausdehnungskoëffizienten, der sich von demjenigen des Milchglases nur wenig unterscheiden dürfte, kaum noch nachweisbar sein wird.

Um über die Grössenordnung der durch die verschiedene Ausdehnung von Skale und Kapillare bedingten Abweichung von Stab- und Einschlussthermometern ein Urtheil

[1]) *Wissensch. Abhandl. der Phys.-Techn. Reichsanstalt* **2.** *S. 41 u. 43. 1895.*

zu gewinnen, legen wir die von Hrn. Thiesen in den *Metronom. Beiträgen*[1]) *Nr. 3. S. 6. 1881* entwickelten Formeln zu Grunde. Unter der in erster Annäherung erlaubten Annahme, dass die Befestigungsstelle der Skale mit dem Eispunkte zusammenfällt, können wir die Differenz Einschluss- minus Stabthermometer berechnen nach der Formel

$$t' - t = T(100 - T)\left[(S - K) + (s - k)T\right],$$

in welcher T die Temperatur, S und K die mittlere lineare Ausdehnung von Skale und Kapillare zwischen 0° und 100°, sowie s und k die Aenderungen dieser Ausdehnungskoëffizienten S und K mit der Temperatur bedeuten.

Für Glas 59^{III} ist nach den in den *Wissensch. Abhandl. der Phys.-Techn. Reichsanstalt 2. S. 129. 1895* veröffentlichten Untersuchungen[2])

$$K = 593 \cdot 10^{-8}; \qquad k = 25 \cdot 10^{-10}.$$

Nehmen wir für die Milchglasskale den nicht unwahrscheinlichen Ausdehnungskoëffizienten

$$\left[820 \frac{T}{100} + 80 \left(\frac{T}{100}\right)^2\right] 10^{-6}$$

an, so ist

$$S = 900 \cdot 10^{-8}; \qquad s = 80 \cdot 10^{-10},$$

und es wird somit

$$t' - t = T(100 - T)\left[307 \cdot 10^{-8} + 55 \cdot 10^{-10}\, T\right].$$

Diese Formel liefert für $t' - t$ die folgenden Werthe

Grad	$t' - t$ in 0°,001
10	+ 3
20	+ 5
30	+ 7
40	+ 8
50	+ 8_5
75	+ 7

Diese Werthe weichen thatsächlich von den in der dritten Spalte der vorigen Tabelle berechneten Parabelwerthen nur wenig ab.

Allgemein ergeben demnach die ausgeführten Vergleichungen das Resultat, dass man zu Temperaturmessungen, deren Genauigkeit 0°,01 wesentlich übersteigen soll, nur solche Einschlussthermometer benutzen darf, für welche entweder die Ausdehnung der Skale bekannt ist und in Rechnung gesetzt wird, oder welche selbst an Stabthermometer durch direkte Vergleichung angeschlossen sind.

---

[1]) Herausgegeben von der Kaiserl. Normal-Aichungs-Kommission. Verlag von J. Springer, Berlin.

[2]) Siehe auch *diese Zeitschr. 16. S. 55. 1896.*

Ueber neuere spektrophotographische Apparate.

Von
C. Leiss.
(Mittheilung aus der R. Fuess'schen Werkstätte in Steglitz bei Berlin.)

(Schluss von S. 331.)

B. Vakuum-Spektrograph nach V. Schumann[1]).

Die photographische Aufnahme des ultravioletten Spektrums mit den im vorigen Heft beschriebenen Apparaten lässt sich, wenn der Luftwiderstand durch möglichste Verkürzung der Brennweiten der Objektivlinsen auf ein geringes Maass abgeschwächt ist, bis zur Wellenlänge 1852 ausdehnen. Dies ist z. B. der Fall bei dem kleineren Modell der Quarzspektrographen (Fig. 2 *S. 322*). Bei dem grösseren Apparat hingegen, dessen Objektivlinsen eine Brennweite von 800 *mm* für *Na*-Licht besitzen, endigt das Spektrum infolge der Absorption, die die Strahlen auf ihrem Weg zur Platte durch die Luftschicht erfahren, bei der Wellenlänge 2000.

Ein Ersatz der bei den vorbeschriebenen Apparaten aus Quarz gefertigten Linsen und Prismen durch solche aus dem weitaus lichtdurchlässigeren Flussspath würde nach den Untersuchungen von V. Schumann die Beobachtungsgrenze gar nicht oder in kaum nennenswerthem Maasse erweitern. Der einzige Weg, das Studium des Ultraviolett noch über die Wellenlänge 1852 auszudehnen, ist die völlige Beseitigung der Luft innerhalb des Strahlenganges. Ferner bedingt die Untersuchung der brechbarsten Strahlen die Anwendung von Prismen und Linsen aus reinem weissen Flussspath, sowie besonderer, mit Bromsilber- oder Bromjodsilberüberzug versehener Platten, wie sich solche V. Schumann für seine spektrophotographischen Arbeiten selbst präparirt[2]).

Unter Beibehaltung von Quarzprisma und der die brechbarsten Strahlen energisch absorbirenden Gelatine der gewöhnlichen Gelatineplatten führen diese Aufnahmen mit einem evakuirten Apparat bis zur Wellenlänge 1820. Benutzt man dagegen die neue Schumann'sche Bromsilberplatte, dann geht das Spektrum beträchtlich über diese Wellenlänge noch hinaus.

Mit dem nachstehend beschriebenen und in Fig. 6 (ca. $^1/_4$ nat. Gr.) in perspektivischer Ansicht abgebildeten Apparat, dessen optischer Theil (zwei Linsen von 120 *mm* Brennweite für *Na*-Licht und ein Prisma von 70° brechendem Winkel) aus weissem Fluorit besteht, lässt sich nach den schätzungsweisen Ermittelungen von Schumann das Spektrum bis zur Wellenlänge 1000 photographisch verfolgen[3]).

Beschreibung des Apparates. — Mittlerer Theil. Mit dem Kernstück eines kräftigen, auf drei Stellschrauben ruhenden Dreifusses ist fest verbunden die konische Achse *A*. Auf dieser sitzt dicht passend und drehbar die starkwandige Buchse *B*. Ein Innenraum in der Achse *A* dient zur Aufnahme des Prismas. Fest mit der Achse *A* verschraubt trägt diese das Kollimatorrohr *C*, welches durch einen schlitzförmigen Aus-

---

[1]) V. Schumann, Ueber die Photographie der Lichtstrahlen kleinster Wellenlängen. *Sitz.-Ber. d. K. Akad. d. Wiss., Wien. Math.-naturw. Klasse.* **102.** *II. Theil. S. 625. 1893.*

[2]) V. Schumann, *a. a. O. I. Theil. S. 59.*

V. Schumann, Ueber ein neues Verfahren zur Herstellung ultraviolett empfindlicher Platten. *a. a. O. II. Theil. S. 994. 1893.*

[3]) Diese Wellenlänge etwa besitzt die von V. Schumann aufgenommene brechbarste, dem Wasserstoff angehörige Linie.

bruch in der Wandung von B hindurchgeht. An einem seitlichen, zylindrischen Fortsatz B_1 der Buchse ist das Kamerarohr D befestigt. Damit bei jeder Stellung, welche die Achsen von C und D bei der Drehung der Buchse B gegen einander einnehmen, den aus dem Prisma austretenden Strahlen der Zutritt in das Kamerarohr ermöglicht ist, besitzt die Achse A an entsprechender Stelle eine schlitzförmige Oeffnung, ähnlich derjenigen in der Wandung von B. Dadurch ist man in der Lage, den Winkel der Achsen von C und D ohne Weiteres und ohne störenden Einfluss auf das Vakuum von 105° bis 142° zu variiren. Zur Einstellung dieses Winkels dient der Index a, welcher den auf dem Ring des Dreifusses befestigten, in Grade getheilten Kreis b bestreicht.

Der Innen- oder Prismenraum der konischen Achse A wird oben durch einen kräftigen Deckel luftdicht verschlossen, indem dessen ebener Auflagerand auf dem gleichfalls plangeschliffenen Rand von A unter Vermittelung einer Fettschicht aufruht. In einer ausserachsialen Bohrung dieses dickwandigen Deckels ist der durchbohrte Stahlkonus c luftdicht passend eingeschliffen, welcher aus einer schlitzförmigen Oeffnung des auf B aufgeschraubten Deckels d herausragt; in die zylindrische Bohrung von c ist die zur Luftpumpe führende Glasröhre eingekittet. Die Bohrung, in welche sich der Stahlkonus c einsetzt, ist unten durch ein Verschraubungsstück verschlossen. Um zu verhindern, dass beim Evakuiren oder Oeffnen des Apparates plötzliche Druckschwankungen entstehen und ausserdem Licht von oben her in den Prismenraum dringen kann, sind in das erwähnte Verschraubungsstück *seitlich* einige kleine Luftöffnungen eingebohrt, welche die Verbindung mit der eigentlichen Bohrung für den Stahlkonus herstellen.

Damit der die konische Achse A abschliessende Deckel ohne besondere Umstände behufs Einsetzen des Prismas oder zur Neueinfettung abgenommen werden kann, lässt sich die auf dem oberen Ende der Buchse B sitzende Kappe d durch Abschrauben entfernen. Dies geschieht mit Hülfe zweier in Holzhefte eingesetzter Stahlstifte, welche man in zwei sich gegenüberliegende der in d befindlichen sechs Bohrungen einsetzt. Vor dem Abschrauben der Kappe d ist es nöthig, den Stahlkonus c aus seiner Buchse herauszuziehen. Zum Abheben des nach längerem Gebrauch des Apparates festgesaugten Abschlussdeckels für den Prismaraum dient ein besonderes Werkzeug. Dasselbe besteht aus einer an Stelle des Deckels d zentral auf das obere Ende von B aufzusetzenden und in der Mitte durchbohrten Messingplatte E (in der Fig. 6 unten abgebildet). In das Loch der Platte ist eine mit Griffknebel versehene Schraubenmutter e eingesteckt, und diese erfasst beim Drehen einen mit dem Deckel fest verbundenen, kurzen Stahlgewindezapfen und hebt, sobald sich nach einigen Umdrehungen der Ansatz der Schraubenmutter auf die Platte aufsetzt, den Deckel von seiner Dichtungsfläche ab.

Um das Abnehmen der Buchse B, das nach längerem Gebrauch des Apparates behufs Erneuerung des Fettüberzuges empfehlenswerth ist, ohne sonderliche Schwierigkeiten und grösseren Kraftaufwand möglich zu machen, dient die in die Kappe d eingesetzte Stahlschraube f und der unterhalb B befindliche, auf feingängigem Gewinde verschraubbare Ring g. Erstere setzt sich mit ihrer gehärteten, planen Endfläche beim Niederschrauben auf den mit gleichfalls gehärteter Kuppe versehenen und bereits erwähnten, in den Dichtungsdeckel von A fest eingesetzten Stahlgewindezapfen und hebt unter Auseinanderreissen der Fettschicht den gesammten drehbaren Komplex hoch. Der unter B befindliche, mit sechs Bohrungen versehene Ring g soll in den Fällen angewendet werden, wenn z. B. die Kappe d mit der Schraube f behufs

vorheriger Abnahme des Dichtungsdeckels vom Konus *A* entfernt ist. Mittels der Schraube *f* erfordert das Anheben von *B* weniger Mühe und Kraftaufwand als mit dem Ring *g*, weswegen es sich empfiehlt, wo dies angängig, sich der erstgenannten Einrichtung zu bedienen. Vor dem Abheben der Buchse *B* ist das Spaltrohr *C* durch Abschrauben zu entfernen.

Prismentisch. Um diesen von aussen her drehen zu können, ist in eine konische Ausbohrung des Bodens der Achse *A* eine Stahlachse eingesetzt, deren in das Innere von *A* ragendes Ende den in der üblichen Art justirbaren Prismentisch trägt. Mit dem unteren Ende der Stahlachse ist die Alhidade *F* (in der Figur nur wenig sichtbar) fest verbunden. Diese ist mit dem Nonius a_1 versehen, welcher an der äusseren, auf

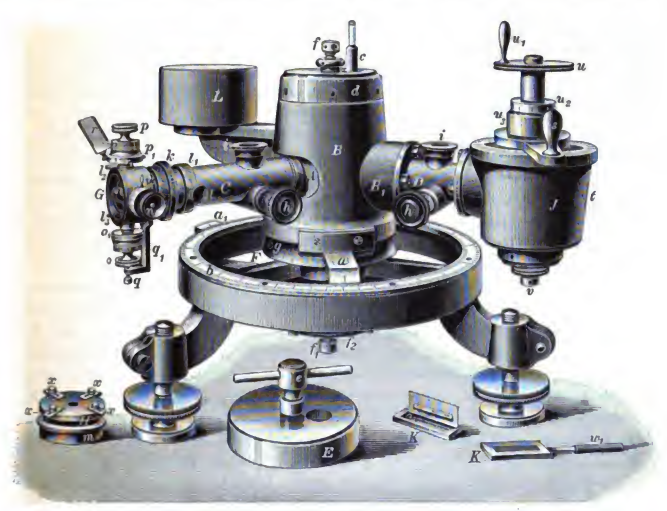


Fig. 6.

dem Ring *b* aufgetragenen Gradtheilung eine Ablesung des 5'-Intervalles gestattet. Zur Fixirung der Alhidade dient eine die letztere radial durchsetzende Schraube, die unter Vermittelung eines Druckstückes gegen einen zylindrischen, aus dem Dreifusskernstück vorstehenden Fortsatz der konischen Achse *A* wirkt. Damit die Stahlachse keiner einseitigen Belastung seitens der Alhidade ausgesetzt und dadurch die Verschlusssicherheit derselben gefährdet ist, wird das Gewicht der Alhidade von einem diametral zu derselben sich fortsetzenden Arm balanzirt. Das Niedersinken der Stahlachse wird verhindert durch die Stellschraube f_1, indem das kugelförmige, harte Ende der Stahlachse auf dem gleichfalls harten und fein polirten, aber planen Ende der Stellschraube f_1 aufruht; letztere ist so eingestellt, dass die Stahlachse noch eben sanft drehend in ihre Buchse einliegt. Das Mutterstück von f_1, die Scheibe f_2, wird von drei in dem Dreifuss befestigten Säulen getragen.

Die Befestigung des Prismas auf der oberen Platte des Prismentisches geschieht durch eine auf die obere Prismenfläche wirkende Schraube. Der Prismentisch ist behufs annähernder Einstellung des Prismas in das Minimum der Ablenkung auf seiner Achse selbständig drehbar und durch eine Schraube zu klemmen. Mittels eines dem Apparat beigegebenen, durch Anschrauben schnell zu befestigenden Griffes kann der Prismentisch nach vorherigem Lösen der Klemmschraube aus dem Inneren von A herausgehoben werden. Ein Herausnehmen des Prismentisches ist zur Justirung des Prismas erforderlich, denn diese muss, da sie im Apparat selbst nicht vorgenommen werden kann, an einem anderen Instrument — etwa Spektrometer oder Goniometer — mit Hülfe des Gauss'schen oder Abbe'schen Okulares erfolgen. Um hierbei schnell zum Ziele zu kommen, ist die untere Fläche der unteren Scheibe des Prismentisches genau laufend zur Achse überdreht und plan geschliffen, und diese Fläche ist dann maassgebend für die Normalstellung der brechenden Flächen des Prismas. Zur weiteren Bequemlichkeit der Justirung des Prismas ist letzteres so auf dem Tisch befestigt, dass eine Prismenfläche senkrecht auf der Verbindungslinie zweier Justirschrauben steht.

Spalt- und Kamerarohr. Das Spaltrohr C ist durch ein Einschraubgewinde mit der Achse A verbunden, während das beträchtlich kürzere Kamerarohr D mittels eines Flansches und vier Schrauben an der plangeschliffenen Fläche des Fortsatzes B_1 der Buchse B befestigt ist. Die Verschiebung der beiden, die Objektivlinsen tragenden Auszugsrohre geschieht durch Zahn und Trieb mittels der Griffknöpfe h. Die Achsen der Triebe sind luftdicht eingepasste Konen, die Zahnstangen direkt in die Auszugsrohre eingeschnitten. Auf jedem der beiden Rohre ist eine durch die Oeffnungen i sichtbare Halbmillimeter-Skale aufgetragen. Als Einstellungsmarke befindet sich auf einem unmittelbar über der Theilung angebrachten Spiegelglasplättchen ein feines, nahe aneinander liegendes paralleles Linienpaar. Schätzungsweise kann die Einstellung bei nur geringer Uebung noch mit Sicherheit auf $^1/_{10}$ *mm* ausgeführt werden. Der luftdichte Verschluss der beiden Rohransätze wird durch runde Spiegelglasplättchen, welche auf die plane, mit Fett überzogene Ringfläche von i aufgerieben werden, hergestellt. Zwei Ueberschraubringe auf i gewähren den Verschlussscheiben Schutz gegen Verschiebungen. Jedes der beiden Auszugsrohre trägt beiderseits das Gewinde zum Einschrauben der Objektivfassung, sodass die Entfernungen der Linsen von dem Spalt und der Platte innerhalb viel grösserer Grenzen, als dies mit der Triebbewegung allein möglich wäre, variirt werden können. Die Fokusirung der Strahlen kürzester Wellenlänge neben der der weniger abgelenkten erfordert eine Verschiebung in so grossem Maasse. Behufs Umschrauben der Linsen müssen Spalt- und Kamerarohr abgeschraubt werden, da ohnedem die Auszugsrohre nicht zugänglich sind.

Spalt-Einrichtung. Die hermetische Verbindung des Spaltes mit dem Kollimatorrohr geschieht derart, dass die plane Rückseite des Spaltgehäuses G unter Vermittelung einer Schicht Luftpumpenfett gegen die Stirnfläche des Kollimatorrohres geklebt ist. Die Konachsialität von Spalt und Kollimator wird durch einen die Dichtungsfläche umgebenden Rand gewahrt. Ein unter gewissen Umständen mögliches Abfallen des Spaltschlittens wird durch den sonst locker über C hängenden Gewindering k verhindert, den man, ohne ihn sonderlich festzuziehen, über das an der Rückseite des Spaltgehäuses befindliche Gewinde schraubt. Der auf dem Kollimator C durch die Schraube l festgehaltene Ring l_1 dient dazu, dem Spalt seine richtige Lage zu geben und diese auch nach jedem Wiederansetzen zu erhalten. Dazu trägt der Ring auf

seiner hinteren (in der Figur nicht sichtbaren) Seite ein gabelförmiges, parallel *C* gerichtetes Stück. Die Enden desselben werden von den beiden, nur wenig in der Figur hervortretenden Stellschrauben l_2 und l_3 durchsetzt, welche sich gegen einen in das Spaltgehäuse eingesetzten Metallzapfen mit ebenen Flächen anlegen. Bewegt man die eine der beiden Schrauben rückwärts und die andere vorwärts, dann dreht sich der Spalt innerhalb geringer Grenzen in seiner Ebene herum. Mittels dieser Bewegung geschieht die Parallelstellung des Spaltes zur brechenden Kante des Prismas. Löst man die Klemmschraube *l*, deren spitzes Ende in eine Bohrung von *C* eindringt, dann lässt sich der Spaltschlitten ringsherum drehen. Man thut gut, dies vor dem Evakuiren einige Mal auszuführen, um den Fettüberzug auf den Dichtungsflächen möglichst gleichmässig zu vertheilen. Hierdurch wird eine Verschlusssicherheit eher verbürgt. Der Spaltschlitten liegt vollständig im evakuirten Raum, nur seine Mikrometertrommeln befinden sich ausserhalb des Gehäuses. Das nach der Lichtquelle hin offene Spaltgehäuse wird durch den Deckel *H* (links unten in der Fig. 6 abgebildet) verschlossen, welcher ähnlich wie das Spaltgehäuse selbst gegen dessen plane Ringfläche mit Luftpumpenfett geklebt wird. Ein sich locker über den Verschlussdeckel schraubender Ring *m* dient dazu, den Deckel vom Spaltgehäuse leicht zu trennen. Der luftdichte Abschluss der Deckelöffnung geschieht durch eine mit Fett aufgeklebte Scheibe aus Flussspath oder mittels eines etwa 0,5 *mm* dicken Quarzplättchens.

Im Spaltgehäuse befinden sich zwei Spalte, der eine für die Breite des Spaltes, der andere für dessen Länge. Beide Backenpaare, die sich unter einem Winkel von 90^0 kreuzen, sind aus hartem Stahl gefertigt und mit wirklichen Schneiden versehen. Das Backenpaar des Längenspaltes läuft so dicht über dem des Breitenspaltes, dass beide Schneidenpaare nahezu in eine Ebene fallen.

Zur Bewegung des *Breitenspaltes* dient die Mikrometerschraube *n* mit einer in 100 Theile getheilten Trommel. Die Ganghöhe der Schraube beträgt 0,2 *mm*, sodass ein Trommelintervall direkt 0,002 *mm* anzeigt. Das Tausendstel Millimeter ist nöthigenfalls noch leicht durch Schätzung zu ermitteln. Damit sich die Spaltschneiden nie berühren können und so vor Beschädigung geschützt sind, ist eine einfache Sicherheitsvorrichtung vorgesehen. Sie besteht aus dem kleinen, in den Indexring der Mikrometertrommel eingesteckten Stift *w*, gegen welchen ein in die Stirnseite der Trommel eingesetzter zweiter Stift kurz vor der Berührung der Schneiden anschlägt und die Weiterbewegung der Schraube verhindert. Beim Oeffnen des Spaltes erfolgt der Anschlag wieder nach einer vollen Umdrehung der Schraube, also bei 0,2 *mm* Spaltweite. Ist es erwünscht, diese Spaltweite einmal zu überschreiten, so braucht man nur den Stift *w* herauszuziehen und sich die Zahl der Umdrehungen zu merken, damit man beim Zurückschrauben nicht die Schneiden in Berührung miteinander bringt. Etwaiger todter Gang in der Bewegung des Schlittens ist durch eine leichte Druckfeder beseitigt.

Mit dem zur Einstellung bestimmter *Spaltlängen* dienenden Backenpaar stehen die beiden Mikrometerschrauben *o* und *p* in Verbindung. Mittels *o* regulirt man nach Belieben die Spaltlänge (von 0 bis 3 *mm*), und mit der Schraube *p* führt man das auf die gewünschte Länge eingestellte Backenpaar über den Breitenspalt hinweg. Man ist auf diese Weise in der Lage, nicht nur jede Spaltstelle den Strahlen der Lichtquelle auszusetzen, sondern auch behufs Aufnahme untereinander stehender Spektren (bei Koïnzidenzaufnahmen) der Reihe nach gleich lange, sich aneinander anschliessende Spaltstrecken herauszugreifen.

Beide Mikrometerschrauben besitzen neben ihren zur feinen Einstellung dienen-

den Theiltrommeln noch eine auch von V. Schumann erdachte, sehr sinnreiche Vorrichtung zur Ablesung der gemachten vollen Trommelumdrehungen (groben Einstellung). Ohne eine solche würde der Gebrauch der Mikrometerschlitten fast unmöglich sein, da die durch die Schrauben bewegten Spaltbacken ja von aussen her nicht sichtbar sind. Eine der sonst gebräuchlichen Einrichtungen für die grobe Einstellung liess sich im vorliegenden Falle nicht anwenden, weil die zur Verschlusssicherheit nöthigen konischen Achsen der Schrauben wohl eine Drehung, aber keine Längsverschiebung zulassen. Im Folgenden ist die Ableseeinrichtung, die in ganz ähnlicher Art auch bei der Kamera des Apparates wiederkehrt, kurz erläutert. Die Schraube *o* für die Einstellung der Spaltlänge besitzt eine Steigung von 0,2 *mm*, ihre Trommel ist in 50 Theile getheilt, sodass ein Intervall 0,004 *mm* entspricht. Die Theilstriche für die grobe Einstellung befinden sich gleichfalls auf der Trommel; es sind dieselben als Kreislinien in einem Abstand von je 1 *mm* in die Peripherie der Trommel eingedreht. Den Index für letztere bildet die scharfe Kante der doppelwandigen Kapsel o_1, in deren Hohlraum die zylindrisch-ringförmige Theiltrommel passt. Innen trägt letztere ein Muttergewinde von derselben Steigung der Mikrometerschraube. Das gleiche Gewinde ist auch auf die Innenwand der Kapsel o_1 aufgeschnitten, sodass sich beim Drehen der Mikrometerschraube die durch eine Längsführung am Drehen verhinderte Kapsel im gleichen Sinne wie der Spaltbacken im Innern des Gehäuses verschiebt. Die Spaltlänge ist gleich Null, wenn die Kante von o_1 auf die erste, durch einen Punkt gekennzeichnete Kreislinie der Trommel zeigt. Zum Ablesen der Bruchtheile (Trommelintervalle) ist auf o_1 eine Indexmarke gezogen.

Am Niedersinken ist das Längenmikrometer durch die Schraube *q* verhindert. Der Trägerarm q_1 derselben ist an dem Spaltgehäuse befestigt.

Das Gewinde der Mikrometerschraube *p*, mit Hülfe deren man den zuvor auf eine bestimmte Lage (mittels *o*) gestellten Spalt über den Breitenspalt hinwegbewegt, besitzt eine Steigung von 0,5 *mm*; ein Trommelintervall giebt 0,1 *mm* an.

Damit der Schlitten der Schraube *o* auch den Bewegungen des Mikrometers *p* zu folgen vermag, ist die eigentliche Schraube von *o* nicht fest mit der Trommelachse verbunden, sondern in eine zylindrische Bohrung der letzteren eingesetzt, in der sie sich, durch eine Nuthe am Drehen verhindert, in achsialer Richtung exakt verschiebt. Eine in geeigneter Weise wirkende Feder sorgt dafür, dass der Backen den Bewegungen der Schraube folgt.

Die grobe und feine Einstellung des Mikrometers *p* geschieht in genau gleicher Weise wie bei der Schraube *o* mittels der in der Längsrichtung verschiebbaren Kapsel p_1. Liegt der auf Null gestellte (geschlossene) Längenspalt in der Achse des Kollimators oder in der Mitte des Breitenspaltes, dann zeigt die Kante von p_1 auf den durch einen deutlichen Punkt kenntlich gemachten Mittelstrich des Maassstabes auf der Theiltrommel von *p*.

Letztgenanntes Mikrometer ist das am häufigsten benutzte. Mit Hülfe dieses werden alle Aufnahmen ausgeführt, bei denen es sich um den Nachweis der Koïnzidenz von Linien verschiedener Spektren handelt.

Ein um den Ring r_1 drehbarer und mit Gelenk versehener Reflektor *r* wirft das Licht einer wegen der Wärmestrahlung nicht zu nahe aufgestellten Lampe auf die Theiltrommeln. Die reflektirende Fläche ist ein in die beiden Kulissen von *r* eingeschobenes Blättchen weissen Papieres.

Kamera. Diese hat die Gestalt eines Hahnes, dessen Achse parallel der brechenden Kante des Prismas gestellt ist. Mit dem Kamerarohr ist der Mantel *J* des Hahnes

durch vier Schrauben verbunden. Die Last der Kamera ist durch das Gegengewicht *L* äquilibirt. Im Innern des durch die beiden Griffhebel *s* (einer in der Figur nur sichtbar) drehbaren Küken ist eine vertikale Schlittenbewegung angebracht, welche zwei horizontal befestigte Einschiebeleisten trägt. Diese dienen zur Aufnahme der Kassette *K*, welche durch die schlitzförmige Oeffnung *t* in *J* eingeführt wird. Die Bewegung des die Kassette tragenden Vertikalschlittens erfolgt mittels einer Schraube von 0,5 *mm* Steigung, deren Drehung durch den geränderten Knopf *u* erfolgt. Zum schnelleren Verschieben der Platte ist in *u* noch ein Griff u_1 eingesetzt. Sowohl die feine als auch die grobe Einstellung geschehen hier in ganz ähnlicher Weise wie bei den Spaltmikrometern mittels der Trommel u_2 und der doppelwandigen Kapsel u_3. An der in zehn Theile getheilten Trommel kann man noch eine Verschiebung der Platte von 0,5 *mm* ablesen. Der Ableseindex, eine Strichmarke, befindet sich auf u_3. Die Ablesung für die vollen Umdrehungen der Schraube weicht ein wenig von der der Spaltmikrometer ab. In die Trommel ist hier nur *eine* Kreislinie eingedreht. Sie dient als Index für eine Millimetertheilung, welche auf der Seitenwand eines in der Kapsel u_3 befindlichen Durchbruches (in der Figur durch den Griffhebel *s* verdeckt) aufgetragen ist. Bei der Drehung der Trommel verschiebt sich die Kapsel in gleichem Sinne wie der Schlitten. Dabei bestreicht die Millimeterskale die Indexlinie auf der Trommel.

Die Stellung der Platte im Küken ist derart angeordnet, dass ihre lichtempfindliche Schicht mit der geometrischen Achse des Küken koïnzidirt. Auf diese Weise verbleibt die Platte, wenn die Fokusirung einmal für bestimmte Strahlen ausgeführt ist, auch noch in dieser bei jeder beliebigen Neigung der Platte zur Linsenachse. Es gilt dies natürlich nur für die mit der genannten geometrischen Achse zusammenfallende Linie.

Mit der unter dem Hahngehäuse befindlichen Schraube *v* lüftet man zum leichteren Auseinandernehmen der Kamera das Küken. Für gewöhnlich bleibt die Schraube zurückgedreht.

Die *Kassette K* (rechts unten in der Fig. 6 zweimal abgebildet), für ein *Plattenformat von* 12,5 × 37 *mm* eingerichtet, ist ein mit Deckel und Druckfeder versehener, von aussen ganz glatter Messingrahmen. Auf der Schichtseite der Platte ist die Kassette offen, weshalb man das Einschieben der Kassette in die Kamera im verdunkelten Raum bezw. bei Dunkelkammerlicht vornehmen muss. Einen Verschlusshaken o. dgl. besitzt der Deckel nicht, da er sich genügend fest in die Kassette einlegt, ohne von der Feder aufgedrückt zu werden. Zum Einführen und Herausziehen der Kassette aus der Kamera bedient man sich des Schlüssels w_1, den man in ein in die Kassette eingebohrtes Loch einsteckt und unter geringer Drehung mit der Kassette fest verriegelt.

Hat man die Kassette in das Küken eingeschoben, so genügt eine Drehung des Küken (nach der Figur im Uhrzeiger-Sinne) von etwa 130°, um den Hohlraum des Küken, in welchem sich die Platte befindet, mit der Mündung des Kamerarohres in Kommunikation zu bringen. Die im Hohlraum befindliche Luft tritt sodann ins Vakuum über. An einer auf der Ringfläche von *J* aufgetragenen Gradtheilung kann der Drehungswinkel des Küken bezw. die Winkelstellung, welche Platte und Linsenachse jeweilig einschliessen, abgelesen werden. Zwei auf der Oberfläche des Küken um 180° voneinander entfernte Strichmarken dienen als Ablese-Indizes. Um die Kassette nach beendeter Aufnahme wieder aus der Kamera herauszunehmen, dreht man das Küken zurück, bis der hintere Griffhebel des Küken an einem einstellbaren Anschlag ein Hinderniss findet. In dieser Lage befindet sich die Kassette vor der

schlitzförmigen Oeffnung und kann leicht im Dunkeln mittels des Schlüssels w_1 herausgezogen werden.

Einfetten der Verschlussflächen. Von grösstem Einfluss auf die Dauer eines sicheren Verschlusses ist der Fettüberzug. Dies macht sich besonders bei den grösseren Konen des Apparates geltend, während die Trieb- und Mikrometerschraubenachsen weniger davon berührt werden. Ein geeignetes Schmiermittel ist Hirschtalg, dem man, um es etwas zäher zu machen, einen geringen Theil (etwa $^1/_4$ des Talges) weisses Wachs zusetzt[1]). Bei den laufenden Flächen ist es im Allgemeinen zweckmässiger, den Fettüberzug nicht zu dick aufzutragen, weil dies eher einen Nachtheil als Vortheil für die längere Verschlusssicherheit mit sich bringt. Tritt nach längerem Gebrauch ein Undichtwerden der grösseren Konen ein, so ist es das Rathsamste, ohne lange nach der Ursache zu suchen, den Fettüberzug sogleich zu erneuern.

Sind alle Konen frisch gefettet, so lassen sich dieselben noch ohne besonderen Kraftaufwand drehen; nach längerer Benutzung aber erfordert das Drehen nicht geringe Anstrengung.

Aufstellung und Gebrauch des Apparates. Die *Aufstellung* des Vakuum-Spektrographen muss auf einer festen Unterlage geschehen. Selbst geringe Verschiebungen oder Erschütterungen des Apparates könnten schon einen Bruch der nach der Luftpumpe führenden Glasröhre zur Folge haben. Nachdem der Apparat waagerecht aufgestellt ist, schraubt man ihn mittels kräftiger Holzklemmen, welche die drei Füsse umschliessen, in denen die Stellschrauben eingesetzt sind, fest.

Aus Rücksicht auf die Erhaltung des guten Verschlusses der Flächen soll der Arbeitsraum gegen einseitige Wärmestrahlung und gegen Temperaturschwankungen geschützt sein.

Zum Evakuiren des Apparates wird einer *automatischen Quecksilber-Luftpumpe* der Vorzug zu geben sein.

Die *Entladungsröhren*, deren sich Schumann bedient, sind theils für Längsdurchsicht (Kapillarenlicht) und theils für Querdurchsicht (Elektrodenlicht) eingerichtet. Ausserdem benutzt Schumann Röhren, die 1. mit einem ultraviolett durchlässigen Verschluss versehen sind und 2. solche, die eines Verschlusses ganz entbehren.

Die für Kapillarenlicht eingerichteten Röhren der ersten Art sind an einem Ende durch einen gut eingeschliffenen Stöpsel aus Quarz[2]) verschlossen. Seine polirten Endflächen liegen senkrecht zur optischen Achse. Beim Einsetzen des mit Fett überzogenen Quarzstöpsels ist Vorsicht geboten, damit kein Fett in das Innere der Röhre dringe. Man thut gut, das vordere, dünnere Ende des Stöpsels gar nicht mit Fett in Berührung zu bringen. Die von einem Stativ getragene Röhre nähert man dem Kollimator so weit, dass sich die grössere Kreisfläche des Stöpsels und die Verschlussplatte des Deckels *H* (Fig. 6) nahezu oder vollkommen berühren. Sehr zu beachten ist dabei noch, dass die leuchtende Kapillare in die Achse des Kollimators falle.

Die Röhren der zweiten Art, die für die Beleuchtung mit Kapillaren- und Elektrodenlicht konstruirt sein können, werden unmittelbar und ohne besonderen Verschluss mit dem Deckel *H* (Fig. 6) verbunden. Dadurch fällt nicht allein der lichtdurchlässige Verschluss der Röhre fort, sondern es verbleibt auch keine die

---

[1]) Als *Luftpumpenfett* finden auch folgende Mischungen vielfach Verwendung: Schweinefett mit weissem Wachs und Vaseline, ferner Ochsenklauenfett mit weissem Wachs; das richtige Verhältniss der Gemengtheile erhält man leicht durch Probiren.

[2]) Geeigneter noch würde Fluorit sein, doch ist die Beschaffung des dazu nöthigen Materials mit nicht unbedeutenden Kosten verknüpft.

Wirkung der brechbarsten Strahlen beeinträchtigende Luftschicht zwischen Apparat und Röhre. Diese Art Röhren besitzen an ihren Oeffnungen einen flachen, geschliffenen Rand, mit dem sie mittels Fett gegen die gleichfalls plangeschliffene Fläche des Deckels *H* geklebt werden. Das Evakuiren dieser Röhren geschieht dann am Apparat selbst und mit diesem zusammen. Eine besondere Stütze für die Röhren ist nicht erforderlich, da sie nach dem Evakuiren vollständig fest angesaugt an dem Deckel anhaften.

Für die konachsiale Verbindung der Entladungsröhren für Kapillarenlicht ist folgende Einrichtung vorgesehen. In die Bohrung des vom Spalt abgenommenen Deckels *H* wird ein zylindrischer Stahlstab eingesteckt, welcher mit einem längeren, stiftförmigen Ende versehen ist; dieses passt leicht in die Kapillare der Röhre. Steckt man letztere über erwähntes stiftförmiges Ende, dann fallen Kapillare und Kollimatorachse zusammen. Um nun die Röhre, deren Ansatzfläche mit einem Fettüberzug versehen ist, in dieser Stellung zu erhalten und sie gegen seitliche Verschiebung zu schützen, führt man die vier kleinen am Deckel *H* befindlichen Schieber *x* bis zum Rand des Röhrenansatzes und schraubt darauf dieselben fest. Den Stahlstab ersetzt man nach beendeter Zentrirung durch eine geschwärzte Hülse und verbindet den Deckel in der bekannten Art mit dem Spaltgehäuse.

Die *Einstellung des Apparates* gestaltet sich der völligen Unsichtbarkeit des äussersten ultravioletten Gebietes wegen viel weniger leicht als bei sonstigen spektrographischen Apparaten. Eine erste Orientirung bietet auch hier wie bei den Quarzspektrographen die fluoreszirende Uranglasplatte, mit der das Spektrum immerhin bis zur Wellenlänge 1852 verfolgt werden kann. Die genaue Einstellung der Linsen und Platte lässt sich indess nur durch eine grössere Reihe von Aufnahmen ermitteln. Erleichtert wird die rasche und bequeme Ausführung grösserer Aufnahmereihen durch die Skalen auf den Auszugsrohren der Objektivlinsen, die Kreistheilung auf dem Hahngehäuse, an dem die Stellung der Platte zur Linsenachse abgelesen wird, und die Einrichtung zur Verschiebung der Platte in der Vertikalen. Letztere Einrichtung würde, wenn dies wünschenswerth erscheint, es ermöglichen, etwa 50 untereinander stehende, natürlich sehr schmale Spektren auf einer Platte aufzunehmen.

Um bei der erstmaligen Einstellung möglichst schnell zum Ziele zu kommen, schlägt Schumann in systematischer Reihenfolge etwa folgendes Verfahren ein[1]). Zunächst erfolgen *Aufnahmen des fluoreszirenden Spektralgebietes*. Für die dazu erforderliche grobe Einstellung wird die Kamera durch Abschrauben von dem Kamerarohr getrennt und dafür an letzterem eine Kappe befestigt, welche eine an der Plattenstelle befindliche, unter 25° bis 30° zur Linsenachse geneigte Uranglasplatte trägt. Mit dieser wird das Licht eines Aluminiumfunkens in der Mitte der Platte aufgefangen und durch Drehen von Kamerarohr und Prisma auf das Minimum der Ablenkung eingestellt (unter Zuhülfenahme einer stark gegen die Scheibe geneigten Lupe). Hat man die grobe Einstellung so beendet, dann ersetzt man die Uranglasplatte mit ihrer Fassung wieder durch die eigentliche Kamera und sucht die feine Einstellung durch photographische Aufnahmen. Dazu ist das Küken auf etwa 30° eingestellt, der Spalt auf 0,03 bis 0,05 *mm* eingeengt, seine Länge auf 0,4 *mm* reduzirt, der Apparat evakuirt und der Aluminiumfunken in etwa 2 *mm* Abstand vor die Verschlussplatte des Spaltes gebracht; von dessen Spektrum wird unter Verschieben der Kollimatorlinse eine Reihe von Aufnahmen ausgeführt, wozu man die Platte mittels des Kamera-

[1]) V. Schumann, *a. a. O. II. Theil S. 36.*

mikrometers nach jeder Aufnahme um 0,5 *mm* (eine Trommelumdrehung) verschiebt. Bei Beginn der ersten Aufnahme stehen Kollimator- und Kameralinse in nächster Nähe des Prismas. Mit jeder folgenden Aufnahme bringt man die Kollimatorlinse dem Spalt um 2 *mm* und die Kameralinse der Platte um 2 *mm* näher.

Von den auf diese Weise auf einer Platte erhaltenen Aufnahmen wird die bei der Prüfung mit der Lupe die beste Schärfe aufweisende herausgesucht. Nun beginnt man mit einer zweiten Aufnahmereihe, bei der man den Linsenabstand, mit dem die schärfste Aufnahme erzielt wurde, als mittlere Fokaldistanz betrachtet und verschiebt die Linse um geringere Beträge, etwa um 0,3 bis 0,5 *mm*. Aus dem nunmehr erhaltenen schärfsten Spektrum ergiebt sich die *Fokalweite der Plattenmitte*, und diese erhält man unverändert fest zur *Einstellung der beiden Enden des Spektrums*, was durch eine dritte Aufnahmereihe unter Neigung der Platte zur Linsenachse geschieht. Die erste Aufnahme beginnt man bei etwa 40° und für jede folgende Aufnahme verringert man den Winkel um 1° bis 2°. Aus der erhaltenen klarsten Aufnahme findet man wie bei den Linsen jene mittlere Stellung der Platte, in welcher man unter geringeren Drehungsintervallen (etwa $^1/_2{}^0$) des Küken eine vierte Reihe ausführt.

Der gefundene Neigungswinkel der Platte bietet den Anhalt für die *Einstellung auf das Minimum der Ablenkung.* Hierzu wählt man eine der brechbarsten Linien des aufzunehmenden Spektralgebietes. Das Aufnahmeverfahren ist gleich den beiden vorhergegangenen. Als Grösse der Drehungsintervalle nehme man zuerst etwa $^1/_2{}^0$ bis $^3/_4{}^0$ und dann vielleicht 10′ (direkte Ablesung am Nonius der Alhidade 5′). Dasjenige der aufgenommenen Spektren, dessen brechbarste Linien am weitesten nach Roth hin verschoben sind, ist als das beste anzusehen.

Selbst die vollkommenste der erhaltenen Aufnahmen wird aber in einem Theil immer etwas geringere Klarheit zeigen als in den übrigen. Dies hat hauptsächlich seine Ursache darin, dass sich das Spektrum nicht auf einer ebenen, sondern auf einer gekrümmt gedachten Fläche gleichzeitig scharf abbildet. Eine gleichmässiger vertheilte Schärfe erzielt man aber auch ohne Anwendung einer gekrümmten Platte, wenn man, anstatt auf die Mitte, auf die Mitte der beiden Spektrenhälften einstellt.

Die *Belichtungsdauer* hängt natürlich von den verschiedensten Umständen ab, so z. B. von der Intensität der Lichtquelle, der Dicke der Luftschicht zwischen Lichtquelle und Kollimator, der Spaltöffnung, der photographischen Energie der aufzunehmenden Strahlen, der Empfindlichkeit der photographischen Platte u. s. w. Von einer Anzahl seiner Aufnahmen giebt Schumann *a. a. O. II. Theil S. 61 bis 64* und *Tafel V* kurze Erläuterungen, die auch Angaben über die Expositionszeiten enthalten. Diese — zwischen einigen Minuten bis zu zwei Stunden variirend — dürften als ein Anhalt für die ersten Arbeiten mit dem Vakuum-Spektrographen dienen. Es sei deshalb auch hier darauf verwiesen.

Zu seinen Aufnahmen im Vakuum bedient sich Schumann lediglich der von ihm selbst präparirten *ultraviolettempfindlichen Platten*[1]). Die Gelatine der gewöhnlichen Gelatineplatten, wie sie im Handel zu haben sind, absorbirt die brechbarsten Strahlen ganz beträchtlich. Ihr zufolge erstickt der Lichtstrahl zum grossen Theile, ehe er zu dem lichtempfindlichen Bestandtheil des Plattenüberzuges, dem Silbersalze, gelangt; daher kommt die ungenügende Ultraviolettempfindlichkeit der Handelsgelatineplatten[2]).

---

[1]) Vgl. V. Schumann, *a. a. O. I. Theil S. 58; a. a. O (1893) S. 994; a. a. O. II. Theil S. 31.*

[2]) Nach einer von Schumann der k. k. Akad. d. Wissensch. in Wien am 7. Februar 1895 vorgelegten Mittheilung hat er seine ultraviolettempfindliche Platte und ihr Herstellungsver-

Behufs *Regelung der Belichtungszeiten* öffnet und schliesst man einfach die Stromleitung.

Das *Entwickeln und Fixiren* geschieht am besten mit Soda und Pyrogallus und unterschwefligsaurem Natron. Die Dauer der Entwicklung, die durchschnittlich 2 Minuten währt, misst Schumann nach dem Sekundenschlage eines Metronoms.

C. Hülfs-Instrumente zu den Spektrographen.

I. Vergrösserungsapparat.

Für gewisse Zwecke ist es erwünscht, die mit dem kleinen Modell des Quarzspektrographen und die insbesondere mit dem Vakuumapparat erhaltenen Spektrophotogramme einer Vergrösserung zu unterziehen. Hierzu dient der nachstehend beschriebene und in Fig. 7 (in $1/9$ nat. Gr.) abgebildete Apparat.

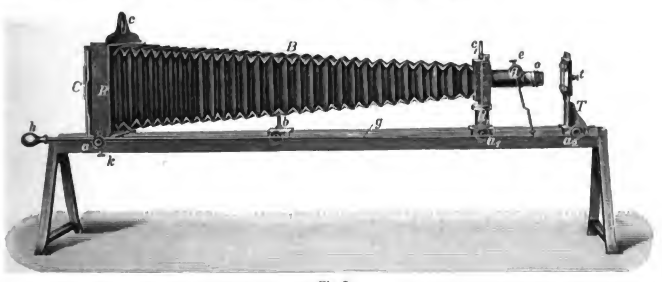


Fig. 7.

Auf einer von zwei Ständern getragenen 1 *m* langen Gleitschiene lassen sich die auf Messingschlitten montirten Haupttheile R und R_1 der Kamera, sowie der Objekttisch T verschieben und an jeder beliebigen Stelle auf der Schiene mittels der Schrauben a, a_1 und a_2 fixiren. R ist der Einschieberahmen für die, für das Format 13 × 18 *cm* eingerichteten Kassetten C, R_1 der Träger des Projektionsobjektives. Beide (R und R_1) sind durch den Anschlussbalg B mit einander verbunden. Mittels der Schiebebrettchen c und c_1 kann der Balg gewünschten Falls ausgeschaltet werden[1]). Am Niedersinken wird der Balg, wenn dieser lang ausgezogen ist, durch die auf der Schiene verschiebbare Stütze b verhindert.

Das Projektionsobjektiv o besitzt zwei zur Einstellung dienende Vorrichtungen, eine zur groben und eine zur feinen Einstellung. Die grobe Einstellung erfolgt mittels des Triebknopfes d oder durch Verschieben des Objekttisches T, die feine nach vorheriger Festklemmung der Schraube e mit Hülfe des am Ende der Stange g befind-

fahren noch derart verbessert, dass sich ihr lichtempfindlicher Ueberzug in einer halben Stunde herstellen lässt, dass sie empfindlicher und sauberer als die frühere Platte arbeitet, gleichzeitig die stärksten Entwickler ohne Nachtheil verträgt und durch Baden in gewöhnlichem Wasser noch mehr für das Ultraviolett sensibilisirt werden kann. Mit dieser neuen Platte gelang es Schumann, das Spektrum des Wasserstoffes noch wesentlich weiter zu verfolgen als mit der älteren.

[1]) Dass der Balg ausschaltbar eingerichtet, ist mehr eine Annehmlichkeit für den Versandt des Apparates. Man ist aber auch so ohne Umständlichkeiten in der Lage, den sehr langen Balg mit einem kürzeren jederzeit austauschen zu können.

lichen Griffes *h*. Nach erfolgter Feineinstellung klemmt man die Stange *g* mit der unter dem Rahmen *R* angebrachten Schraube *k* fest, damit durch etwaiges Berühren beim Wechseln der Kassetten die scharfe Einstellung nicht verloren geht. Bei der groben Einstellung muss die Schraube *e* gelöst sein, weil sonst eine ausgiebigere Bewegung des Trieb- oder Auszugrohres durch die Feinstellvorrichtung gehemmt ist. In den Fällen, wo die beiden Theile *R* und R_1 einander soweit genähert sind (bei schwächeren Vergrösserungen), dass man während der Einstellung auf der Visirscheibe den Triebknopf *d* bequem erreichen kann, führt man die Einstellung gleich mit letzterem aus. Ein Festklemmen der Schraube *k* ist aber auch hierbei der Sicherheit halber geboten.

Die *Verbindung des Objektivs mit dem Auszugsrohr* geschieht durch eine in letzteres einsteckbare Hülse, in welche das Objektiv geschraubt ist. Besitzt der Apparat mehrere Objektive mit verschiedenen Anschraubgewinden, so werden ebensoviel Anschlusshülsen beigegeben.

Der Tisch *T* ist so eingerichtet, dass das Photogramm in seiner Ebene in zwei zu einander senkrechten Richtungen verschoben werden kann. Die Verschiebung in der Vertikalen erfolgt freihändig durch einen auf der eigentlichen Tischplatte gleitenden Schlittenschieber, welcher durch zwei an der Rückseite von *T* befindliche Schräubchen *t* arretirbar ist. Die zweite Bewegung, in der Horizontalen, geschieht mit dem Photogramm selbst, indem man dasselbe zwischen zwei auf dem Vertikalschlitten befestigten Kulissen hin- und herschiebt. Eine an der Innenseite der unteren Kulisse befestigte weiche Uhrfeder ermöglicht es, dass die Breite der Platte keine allzu konstante sein braucht und dass ferner die Platte in jeder Stellung festgehalten wird. Beim Verschieben der Platte hat man mit den Zeigefingern nur sanft gegen die Seitenkanten der Platte zu fassen.

Damit man auch im Stande ist, bestimmte Gebiete aus dem zu vergrössernden Spektrum herauszugreifen und diese mit scharfer Begrenzung auf die Platte zu bringen, lassen sich über den erwähnten beiden Kulissen zwei geschwärzte, etwa 1,5 *cm* breite Messingstreifen leicht federnd verschieben. Die einander zugekehrten Kanten der beiden Streifen laufen schneidenartig aus und liegen nur um weniges über der Schichtseite des Photogramms, sodass dieselben bei den nicht zu hohen Vergrösserungen doch eine scharfe Begrenzung des Bildes geben. Wenn es in besonderen Fällen wünschenswerth ist, das zu vergrössernde Spektrum auch in seiner Breite einzuengen, so kann man sich leicht in der Weise helfen, dass man über die beiden Messingstreifen (Blenden für die Spektrumlänge) zwei aus schwarzem Papier oder Karton geschnittene Streifen klebt, deren Innenkanten den erforderlichen Abstand von einander besitzen und senkrecht die Spektrumlinien durchschneiden.

Das *Format*, für welches der Tisch eingerichtet ist, beträgt 30 × 65 *mm*. Dieses entspricht der Plattengrösse des kleinen Modells der Quarzspektrographen. Kleinere Formate, wie z. B. das der Platten des Vakuumapparates (12,5 × 37 *mm*), können durch Beigabe eines Schiebers, in den die Platten eingelegt werden, Anwendung finden.

Als *Lichtquelle* eignet sich trefflich das *Gasglühlicht*.

Zu besserer *Beleuchtung des Objektes* bringt man zwischen Lichtquelle und Objekttisch eine auf einem Stativ befindliche Beleuchtungslinse. Mit der dem Apparat beigegebenen Kondensorlinse erhält man bei Anwendung von Objektiven, deren Brennweiten zwischen 50 und 90 *mm* liegen, die beste Beleuchtung, wenn die Kondensorlinse etwa 18 *cm* bezw. etwa 10 *cm* vom Objekttisch und die Lichtquelle (Gasglühlicht) ungefähr 42 bis 45 *cm* von demselben entfernt ist. Lichtquelle und Beleuchtungslinse

müssen gut konachsial zum Apparat aufgestellt sein. Ob dies annähernd der Fall, kann man schon erkennen, wenn man mit einem hinter den Tisch und dann vor das Objektiv gehaltenen weissen Papier die aus der Linse austretenden Strahlen auffängt. Die beste Kontrole, ob Lampe und Kondensorlinse richtig stehen, ergiebt auch hier wieder die Aufnahme selbst.

Die *Expositionszeiten* variiren im Allgemeinen bei vorerwähnter Beleuchtungsart, je nach dem Objektiv, dessen Blendung und der Vergrösserung, zwischen einer und einigen Sekunden.

Ueber die *Wahl der geeignetsten Vergrösserung* lässt sich natürlich nichts Bestimmtes sagen. Sie ist besonders von der Schärfe des Originals abhängig. Hr. V. Schumann theilte mir einmal bei Erörterung dieses Punktes mit, dass es sich nach seinen Erfahrungen empfiehlt, im Allgemeinen über eine 10-fache Vergrösserung nicht hinauszugehen.

Als Objektive können für vorliegende Zwecke nur die besten in Frage kommen. Die Brennweite derselben darf nicht zu kurz gewählt sein, denn mit diesen vermag man nur Spektren oder Theile aus denselben von geringer Länge zur Abbildung zu bringen. Für meine Versuche standen mir zwei Objektive zur Verfügung, ein Planar von 50 *mm* Brennweite von Zeiss und ein Aplanat von 90 *mm* Brennweite von Steinheil. Ersteres umfasst z. B. bei 3-facher Vergrösserung etwa ein Gebiet von 20 *mm*. Mit dem Aplanaten von 90 *mm* Brennweite erhielt ich auf der Mattscheibe (13 × 18) bei ebenfalls 3-facher Vergrösserung eine im Original 35 bis 40 *mm* lange Strecke noch abgebildet. Steigt die Vergrösserung mit letztgenanntem Objektiv auf eine 7-fache, dann umfasste das Objektiv nur noch ein Gebiet von etwa 20 *mm* Länge.

Objektive von kürzerer Brennweite als etwa 75 *mm* zu wählen, dürfte sich kaum empfehlen. Mit einem solchen lassen sich an dem vorbeschriebenen Apparat Vergrösserungen bis zur 12-fachen erzielen. Für schwache Vergrösserungen (bis zu etwa 5-fachen) wird man einem Orthostigmat von Steinheil oder einem Anastigmat von etwa 100 bis 120 *mm* den Vorzug geben. Der grosse Bildwinkel dieser Objektivgattungen ermöglicht es auch, Spektren von grösserer Länge aufzunehmen.

Es bedarf wohl kaum besonderer Erwähnung, dass der Apparat auch ohne Weiteres zur *Vergrösserung von mikroskopischen Präparaten* u. dgl. Verwendung finden kann. Die Mikroskopobjektive (ohne Okulare benutzt) werden dann wie die übrigen Objektive mittels eines Anschlussstückes mit dem Auszugsrohr verbunden. Die Präparate, die ja meist auf Objektträgern von bekannten Formaten aufgetragen sind, können an dem Schlittentisch durch Beigabe eines Metallschiebers, in den man die Präparate einlegt, verwendbar gemacht werden. Eventuell aber nimmt man den Schlittentisch ab und klemmt die Präparate in der üblichen Art mit 2 Federn auf der gewöhnlichen Tischplatte fest.

II. Vorrichtung zum Zerschneiden lichtempfindlicher Platten.

Bisher fehlte es an einem geeigneten, sicher und zuverlässig funktionirenden Werkzeug, mit Hülfe dessen der photographirende Gelehrte in der Lage ist, sich seine lichtempfindlichen Platten (sowohl die käuflichen als auch die selbst präparirten) in die für die jeweiligen Zwecke erforderlichen Formate zu schneiden. Die nachstehend beschriebene, aus Fig. 8 ($^1/_4$ nat. Gr.) ersichtliche Vorrichtung soll dem bestehenden Mangel abhelfen.

B ist das Schneidebrett, auf welches die zu zerschneidende Platte *P* aufgelegt wird. Um ein Verziehen oder Krummwerden des Brettes zu verhindern, ist dasselbe

aus mehreren mit einander verleimten Hölzern zusammengesetzt. Als Anlage der Plattenkante, zu welcher parallel der Schnitt erfolgen soll, dienen die beiden Stifte h und h_1. Dieselben können in Rücksicht auf die verschiedenen Dimensionen der Platten parallel der Schnittrichtung verschoben werden. Zu diesem Ende sind die Stifte in kleine Schlittenschieber eingesetzt, welche sich in einer schwalbenschwanzförmigen Nuth, die in den mit dem Brett B verschraubten Messingstreifen g eingefräst ist, verschieben lassen. Die Oberfläche von g steht um Papierstärke von der Ebene des Schneidebrettes B zurück.



Fig. 8.

An den beiden oberen Ecken des Brettes B sind die beiden Messingwinkel a und a' solid befestigt. Mit diesen ist der senkrecht zur Schnittrichtung stehende, zylindrische Stahlstab fest verbunden, auf welchem sich die durch die Schraube d fixirbare dickwandige Hülse m gut passend verschieben und auch drehen lässt. Zwischen den beiden Enden der mit der Hülse m verbundenen Arme ist die in den Spitzen der Schrauben c und c' drehbare Achse f gelagert, um welche sich das aus vierkantigem Messingrohr verfertigte Schneidelineal L bewegen lässt. Der die beiden Arme verbindende Stab e dient nur zur Versteifung derselben, damit sich diese beim Festziehen der Schraube c' nicht auseinanderzubiegen vermögen.

Der Mittelpunkt der Achse f und derjenige des zylindrischen Stabes b liegen in der Gebrauchsstellung der Vorrichtung einige Millimeter über der Ebene des Schneidebrettes B und annähernd parallel zu dieser. Ist die Schraube d gelöst, dann bilden die Hülse m und die Achse f ein Doppelgelenk, mittels dessen es ermöglicht ist, dass sich das Schneidelineal selbst bei verschiedenen Plattendicken parallel und, ohne ein Verschieben der Platte herbeizuführen, auf letztere niederlässt. Vor dem Auflegen einer Platte schlägt man das Lineal um die Achse f hoch. Zum Anfassen desselben dient hierbei der Griff i.

Der auf dem Lineal L zu verschiebende winkelförmige Schlitten S trägt den Schneidediamanten k, dessen Spannvorrichtung zur Einstellung auf den günstigsten Schnitt eine geringe Neigung und natürlich auch Drehung des Diamanten zulässt. Beim Schneiden legt man den Schlitten fest gegen die rechte vertikale Fläche von L und zieht denselben freihändig geführt am Schneidelineal entlang. Das Lineal selbst drückt man nach vorheriger Klemmung der Hülse m mittels der Schraube d mit dem Daumen und Zeigefinger der linken Hand auf die Platte nieder. Die untere Fläche von L ist, damit die Platte während des Schneidens am Fortrutschen verhindert wird, mit einem dünnen Leder überzogen. Ausserdem ist gegen die vordere Seite von B der Messingstreifen l geschraubt, dessen etwa 0,25 *mm* über der Fläche von B vorstehende Kante noch als Anlage für die Platte dienen kann.

Die empfindliche Schicht der Platte muss beim Schneiden auf dem Brett aufliegen. Im umgekehrten Falle würde der Diamant erst die Emulsionsschicht zu durchdringen haben und ein glatter Schnitt deswegen nicht gut möglich sein.

Die Grösse der zu zerschneidenden Platten kann bis zu 18 × 18 *cm* betragen. Es steht natürlich nichts im Wege, den Apparat auch noch grösser oder kleiner anzufertigen.

Am Schlusse dieser Mittheilungen erfülle ich eine angenehme Pflicht, Herrn Dr. V. Schumann für seine so freundliche und jederzeit bereitwilligste Unterstützung, die er mir mit Rath und That bei der konstruktiven Ausbildung der vorbeschriebenen Instrumente zu Theil werden liess, meinen aufrichtigsten Dank auszudrücken.

Das Laryngometer.

Von
Sigm. Exner, Prof. d. Physiologie in Wien.

Gelegentlich einer in dem unter meiner Leitung stehenden physiologischen Institute von Dr. M. Grossmann auszuführenden und nunmehr publizirten Untersuchung[1]) war ich vor die Frage gestellt, wie am zweckmässigsten die Breite der Stimmritze am lebenden Thiere und Menschen gemessen werden könnte. Diese Aufgabe genauer präzisirt lautet: es ist eine Dimension auszuwerthen, welche 1. im Raume nicht fixirt ist (wegen der unvermeidlichen Bewegungen des Kopfes und des Kehlkopfes als Ganzes), 2. das direkte Anlegen eines Maassstabes nicht ermöglicht.

Diesen beiden Bedingungen entspricht in vollkommenster Weise das Ophthalmometer von Helmholtz. Doch ist es bei dem hier vorliegenden Falle nicht zu verwerthen, weil es fest aufgestellt ist, deshalb zugleich mit einem Kehlkopfspiegel und Reflektor nicht, oder doch sicher nur unter grossen Unbequemlichkeiten gehandhabt werden könnte.

Es lag nahe, eine Modifikation dieses Instrumentes für den vorliegenden Zweck herzustellen. Das wäre leicht möglich, doch erfordert bekanntlich die Adjustirung der beiden planparallelen Glasplatten, des wesentlichsten Theiles des Apparates, bedeutende Kosten. Dagegen schien es leicht, auf billigerem Wege, wenn auch nicht ein ebenso vollkommenes, so doch ein genügendes Instrument herzustellen. Dasselbe, bisher nur in einer Fachzeitschrift für Laryngologie beschrieben[2]), möge, da die genannte Aufgabe in den verschiedensten Gebieten auftauchen kann, hier einem grösseren Leserkreise kurz mitgetheilt werden.

Der Doppelspath hat bekanntlich seinen Namen von der Eigenschaft, ein Objekt, nach welchem man durch ihn in gewissen Richtungen blickt, doppelt zu zeigen. Dreht man den Krystall um die Blickrichtung, so dreht sich das eine der Doppelbilder um das andere, als wäre es gleichsam mit dem Doppelspath in Verbindung.

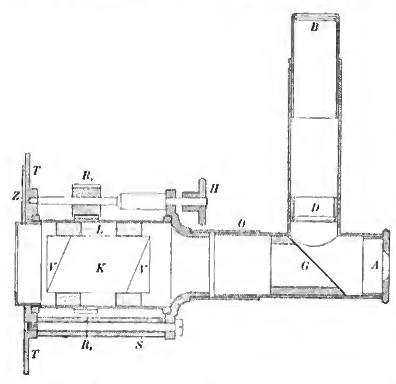
Nehmen wir den einfachsten Fall. Es werde ein parallel begrenzter gerader Streifen durch den Doppelspath betrachtet und seine Breite soll gemessen werden. Man bringt zunächst Streifen oder Krystall in eine solche Lage, dass die rechten Ränder der beiden Streifenbilder in eine Gerade zusammenfallen, ebenso die linken. Dreht man nun, so verschiebt sich das eine Bild gegen das andere, bleibt ihm aber parallel. Wenn der rechte Rand des einen Doppelbildes mit dem linken des anderen zusammenfällt, so beträgt die gegenseitige Verschiebung die Breite des Streifens,

---

[1]) Experimentelle Beiträge zur Lehre von der Posticuslähmung. *Arch. f. Laryngologie* **6.**
[2]) *A. a. O.*

welche Grösse ihr Maass in der Anzahl der Winkelgrade findet, um die gedreht werden musste[1]).

Hat man es mit dem komplizirteren Fall zu thun, dass das Objekt, dessen Breite man messen will, nicht parallel begrenzt ist, dann wird es zur sicheren Abschätzung der Verschiebung um die Breite desselben vortheilhaft sein, eine Linie im Sehfelde zu haben, und die Doppelbilder so einzustellen, dass dieselbe von dem einen rechts, von dem anderen links berührt wird. Da die Strahlen der beiden Bilder aus dem Krystall parallel austreten, also nur gegeneinander verschoben und nicht abgelenkt sind, so ist es für das Resultat der Messung gleichgültig, aus welcher Entfernung das Objekt betrachtet wird, ein für die praktische Verwendung sehr werthvoller Umstand. Der erste von mir konstruirte Apparat erlaubte Messungen von Längen bis gegen 5 *mm*. Will man auch grössere Dimensionen messen, so muss ein längerer Kalkspath verwendet werden.



Nach dem Vorstehenden ergiebt sich die Konstruktion der Vorrichtung von selbst. Sie besteht (s. beistehende Figur) aus dem passend gefassten Kalkspath *K* und einer Okularvorrichtung *ABO*, welche das Bild der hellen Linie im Sehfelde entwirft. Beide Theile können bei *O* mit einander verbunden werden, es kann aber auch der erstgenannte Theil allein verwendet werden, wenn die Richtungslinie im gegebenen Fall überflüssig ist. Dann wird die Vorrichtung wie ein Operngucker in die Hand genommen, bei *O* hineingeblickt, und ein Finger der Hand an den Griffknopf *H* gelegt. Dieser ist durch Zahnräder R_1 R_2 in Verbindung mit der metallenen Fassung des Kalkspathes, welche den Zeiger *Z* trägt. Letzterer spielt an einer auf der Scheibe *TT* angebrachten Theilung, welche die Objektbreite in Millimetern direkt angiebt. Es ist selbstverständlich, dass der Krystall an seinen geneigten Flächen durch Glaskeile *VV* ergänzt und durch die Korke *L* in seiner Fassung befestigt ist.

Bei einer Messung stellt man erst den Zeiger *Z* auf den Nullpunkt der Skale und blickt nach dem Objekte, indem man dem Gehäuse eine solche Stellung giebt, dass die Doppelbilder in einer Richtung gegeneinander verschoben sind, die auf der zu messenden Dimension senkrecht steht. Dann dreht man an dem Griffknopf *H*, bis dieselben um diese Dimension gegeneinander verschoben sind, und liest nun die Grösse derselben an der Skale ab.

[1]) Die Konstruktion der Vorrichtung entsprang, wie gesagt, dem augenblicklichen Bedürfnisse des Laboratoriums, und ich habe mich nicht darum gekümmert, ob, wie kaum zu zweifeln war, das Prinzip der Messung schon anderweitig Anwendung gefunden hat. Um so dankbarer bin ich der Redaktion dieser Zeitschrift, die mich auf solche Anwendungen zu anderen Zwecken aufmerksam gemacht hat. (Vgl. *diese Zeitschr.* **10.** *S. 141. 1890; ebenda S. 459.*)

Ist es nöthig, die Richtungslinie im Sehfelde zu haben, so verbindet man den Kalkspath mit der Okularvorrichtung. Dieselbe besteht aus einem bei B angebrachten engen Spalt hinter einer matten Glasplatte, die sich als helle Linie in der dünnen Glasplatte G spiegelt, wenn das Auge bei A in das Instrument blickt. Es ist eine Linse D und eine Verschiebungseinrichtung zum Einstellen der hellen Linie angebracht.

Man kann natürlich auch ein mit einem Faden versehenes Fernrohr verwenden. Ich benutzte ein nicht vergrösserndes und die Objekte aufrecht zeigendes, um die Arbeit nicht zu erschweren. Wie man sieht, braucht man bei der Benutzung des Instrumentes nur eine Hand, was bei der Verwendung als Laryngometer nothwendig war, da die andere Hand den Kehlkopfspiegel führen musste.

Grossmann giebt an, dass er nach einiger Uebung die Stimmritze mit einer Genauigkeit von ein bis zwei Zehntel eines Millimeter messen konnte. Der Apparat wird von dem Mechaniker des Wiener Physiologischen Institutes, Herrn Ludw. Castagna (IX, Schwarzspanierstr. 15), ausgeführt.

Referate.

Höhenwinkelmesser.

Von Eckert & Hamann.

Herr Mechaniker Hamann in Friedenau-Berlin hat die bereits grosse Anzahl der einfachen Höhenwinkelmesser um ein neues Instrument vermehrt, das eine wesentlich weitere Skale besitzt als die sonst üblichen. Das Instrument ist ein Libellen-Instrument, auf demselben Prinzip beruhend wie das Abney-*Level* („Tesdorpf's Freihand-Höhenwinkelmesser"); man wird Pendel-Instrumente, zumal als Freihand-Instrumente, nur noch ausnahmsweise anwenden, wenn man auch selbstverständlich das Pendel durch eine einfache Arretirvorrichtung zum Feststellen einrichten und sich so vor Ablesefehlern schützen kann (erst neuerdings ist wieder ein solches Pendel-Instrument von Neuhöfer & Sohn in Wien in Verbindung mit einer Schmalkalder'schen Bussole in den Handel gebracht worden, Preis 36 fl.; es wird von Dr. W. Ule (*Geogr. Zeitschr.* **3.** *S. 541. Leipzig 1897*), der zahlreiche Höhenmessungen mit dem Instrument gemacht, aber keine Genauigkeitsangabe veröffentlicht hat, sehr empfohlen. Ich habe es selbst nicht in der Hand gehabt und möchte deshalb nicht urtheilen). Die weite Skale an dem Hamann'schen Instrument ist einfach durch Einfügung eines Planetenrades erreicht worden, durch das der von der Diopterziellinie und Libellenachse gebildete Winkel 6-mal vergrössert wird. Bei dem mir vorliegenden Instrument sind denn auch, bei nur rund 7 *cm* Durchmesser des Theilkreises, die Gradstriche rund 4 *mm* von einander entfernt, sodass auf der Skale Striche von 10′ zu 10′ angegeben werden konnten. Ob für alle Fälle damit ein Gewinn erreicht ist, kann fraglich erscheinen; es ist der Fall für *Stativ*-Messung, wozu die eine Seite der Wendelibelle mit 1′ bis 2′ Empfindlichkeit dient und wobei man wohl auf 2′ ablesen kann; aber für *Freihand*-Messung, den wichtigern Fall der Anwendung solcher Instrumente, wobei die andre Seite der Libelle zu gebrauchen, d. h. das Instrument umzudrehen ist (übrigens ist an meinem Instrument diese Seite der Libelle doch gar zu unempfindlich, etwa 8′ bis 10′), wird man bei der Ablesung auf $^1/_{10}{}^0$ (oder höchstens $^1/_{20}{}^0$) stehen bleiben und es wäre hierfür vorzuziehen, nur die Theilstriche von 1^0 zu 1^0 (oder höchstens $^1/_2{}^0$ zu $^1/_2{}^0$) zu haben, was dann aber den zuerst genannten Gebrauch nicht zulassen würde. An sich ist jedenfalls die Vergrösserung der Skalenstriche für 1^0 Vielen, denen die Ablesung auf der engen Theilung kleiner Theilkreise, z. B. bei den Instrumenten von Tesdorpf, Wolz u. A., bei schlechter Beleuchtung Schwierigkeit macht, sehr willkommen. Eine Stirntheilung giebt noch die Neigung in % an. Von Mittheilung meiner Genauigkeits-

versuche bei Freihandmessung sehe ich (mit Rücksicht auf die Libelle) ab; die Stativmessung (bei nicht ganz befriedigender Befestigung des Instruments, da ich kein dazu gehöriges Stativ hatte) gab einen m. F. von etwa 3' im einmal gemessenen Höhenwinkel (das Instrument hat kein Fernröhrchen, sondern nur ein Diopter; abgelesen ist durch Schätzung auf 2'). Der Preis des sauber gearbeiteten Instruments in Etui zum Umhängen beträgt 60 M.

Hammer.

Lothvorrichtung für Nivellir- und Tachymeterlatten.

Von F. W. Koch. *Deutsche Bauzeitung 1897. S. 21.*

Der Verf. hat die Zahl der Vorrichtungen, die das Senkrechthalten der Latte vom Instrument aus zu kontroliren gestatten, um eine weitere vermehrt, die in der That manche Vorzüge vor den seither ausgeführten hat. Eine rothe „Merkscheibe" kehrt sich dem Beobachter am Instrument zu, wenn die Latte schief gehalten wird und zwar, wie der Verf. betont, „schon bei einem Schiefhalten der Latte von 8 *cm*" (die Latte 4 *m* lang vorausgesetzt); es entspricht dies allerdings auch bereits einem Winkel der Latte von mehr als 1° mit der Vertikalen (beim Nivelliren also z. B. einem Ablesungsfehler von 1 *mm* bei 4 *m* Ablesung). Immerhin ist die einfache Vorrichtung erwünscht und wird sich gewiss neben andern (z. B. der Wagner'schen) einbürgern. Sie hat, wie alle andern, ihren Hauptwerth darin, dass der Lattenträger das Bewusstsein erhält, dass man ihn vom Instrument aus kontroliren kann.

Hammer.

Ueber die Anwendung der Photographie für technische Zwecke und einige neue photographische und photogrammetrische Apparate.

Von W. Müller. *Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Vereins* **49.** *S. 85. 1897.*

Von den hier vorgeführten neuen Apparaten seien erwähnt der nach Angaben von Ritter v. Boschan gebaute Apparat zur Beobachtung der Schwingungen eines Bahngeleises während des Vorbeifahrens eines Zuges (für die Baudirektion der Nordbahn, deren Baudirektor Reg. Rath Ast diese Beobachtungen 1894 zuerst gelangen) und die „*Reflex-Kamera*". Diese bietet den Vortheil, dass der Sucher das Bild aufrecht und in der wirklichen Grösse der Aufnahme zeigt, ferner die Beobachtung des aufzusuchenden Gegenstandes bis zum Augenblick der Aufnahme zu verfolgen ermöglicht, also Aenderungen an der Abblendung und Einstellung noch im letzten Moment gestattet. *Hammer.*

Vorarbeiten zu einer Untersuchung über Dampfdichtebestimmung bei extremen Hitzegraden.

Von V. Meyer und M. v. Recklinghausen. *Ber. d. Deutsch. chem. Ges.* **30.** *S. 1926. 1897.*

Die Mittheilung enthält im Wesentlichen den Bericht des an zweiter Stelle genannten Verfassers über seine umfassenden Versuche, gasdichte, feuerbeständige Gefässe zu gasometrischen Experimenten über 2000° herzustellen.

Das einzige Material, welches den höchsten Temperaturen in genügender Weise Stand hielt, war Magnesia. Zwar liess auch diese in reinem Zustand irgend welche Hoffnung auf Verwendbarkeit nicht aufkommen, da sie durch das Glühen sehr porös wurde und ein starkes Schwindungsbestreben zeigte. Dagegen konnte man die Magnesia durch gewisse Zusätze von diesen unbequemen Eigenschaften befreien. Insbesondere zeigte sich die aus einem Magnesit von Veitsch in Steiermark stammende unreine Magnesia (88,2 MgO; 0,9 CaO; 0,6 MnO; 7,1 Fe_2O_3; 0,8 Al_2O_3; 2,4 SiO_2) zum Brennen besonders geeignet. Allerdings hat dies Material, sobald es rothglühend wird, das Bestreben zu zerfallen; erhitzt man die Veitsche Magnesia jedoch einmal bis zur vollen Weissgluth, so verliert sie diese Eigenschaft der Festigkeitsabnahme bei Rothgluth vollkommen.

Zur Herstellung von Gefässen empfiehlt der Verfasser das Formen von feinem Veitscher Magnesiapulver mit kaltgesättigter Chlormagnesiumlösung. Durch Stehenlassen bei

Zimmertemperatur werden aus diesem Brei geformte Gegenstände nach 1 bis 2 Tagen steinhart und fest; beim Erwärmen auf etwa 120° bis 150° erfolgt das völlige Hartwerden schon nach etwa 1 Stunde. Das freie Formen und Kneten des Magnesia-Chlormagnesiumbreies hat wegen der geringen Plastizität des Materials bedeutende Schwierigkeiten. Der Verfasser empfiehlt daher, in Formen zu arbeiten, und zwar in solchen, die nicht Feuchtigkeit anziehen, und beschreibt das angewendete Verfahren näher an der Herstellung eines mit Ansatzrohr versehenen Hohlgefässes, wie es für Dampfdichtebestimmungen zweckmässig zu verwenden ist.

Leider ist dem Verfasser das Garbrennen so geformter Gefässe, obwohl es an kleinen Stücken möglich war, noch nicht gelungen. Der Grund hierfür lag darin, dass bisher keine Oefen von grösserer Ausdehnung vorhanden waren, welche eine derart hohe Temperatur, wie sie zum Brennen nöthig ist, ausgehalten hätten, ohne selbst zerstört zu werden und dabei das zu brennende Gefäss zu beschädigen. Doch würde sich hierin durch Anwendung Veitscher Magnesiaziegel Abhülfe schaffen lassen.

Auch Versuche, die Magnesia auf andere Weise als durch Garbrennen dicht zu machen, sind bisher noch nicht von Erfolg gekrönt gewesen. *Schl.*

Bemerkungen über die Bestimmung der Brennweite eines Objektivs.

Von H. C. Lord. *Astrophys. Journ.* **5.** *S. 305. 1897.*

Für Sternspektralbeobachtungen, seien sie nun optisch oder photographisch anzustellen, ist eine genaue Einstellung des Spaltes in die Fokalebene des Fernrohrobjektivs für den betreffenden Spektralbezirk, der untersucht werden soll, von grosser Wichtigkeit. Lord giebt an, dass er in der Literatur über diesen Gegenstand nichts habe finden können und daher die von ihm selbst gefundenen Methoden publiziren wolle. Es ist dies sehr wunderbar, da über die von H. C. Vogel[1]) bereits vor vielen Jahren angewandte Methode schon viel geschrieben worden ist. Dieselbe deckt sich vollständig mit der vom Verfasser zuerst gegebenen Methode und besteht in der Ermittelung des Punktes, in welchem das Spektrum eines Sterns oder eines Lichtpunktes die Einschnürung zeigt. Als zweite Methode bezeichnet Verfasser dasselbe Verfahren, nur photographisch anstatt optisch angewendet. Ein spezifischer Unterschied ist natürlich dadurch in die Methode nicht eingeführt, und jeder Astronom, der Sternspektren photographirt hat, wird diese „zweite“ Methode benutzt haben; in Potsdam z. B. ist sie vielfach angewendet worden (siehe *Publ. Astrophys. Observ. Potsdam. VII. 1. Theil S. 13*).

Nach Ansicht des Referenten dürfte daher die Publikation des Hrn. Lord einem praktischen Astronomen nichts Neues bringen. *Sch.*

Ueber eine optische Methode zur Verstärkung photographischer Bilder.

Von Lord Rayleigh. *Phil. Mag.* (*5*) **44.** *S. 282. 1897.*

Die vom Verf. angegebene Methode besteht darin, dass von einem flauen Negativ zunächst ein dünnes Positiv auf einer Kollodiumplatte hergestellt wird, das mit der Schichtseite auf einen Metallspiegel fest aufgelegt wird. Die dunklen Partien des Diapositivs erscheinen dann doppelt so schwarz, weil das Licht dieselben infolge Reflexion am Metallspiegel zweimal passiren muss. Um nun von einem solchen Diapositiv kontrastreiche Negative herzustellen, wird neben der Linse des betreffenden photographischen Objektivs eine Kerze aufgestellt, deren Strahlen durch eine direkt vor dem Diapositiv angebrachte Kondensorlinse

---

[1]) H. C. Vogel, Ueber eine einfache Methode zur Bestimmung des Brennpunktes..... *Monatsber. d. Akad. Berlin 1880*; derselbe, Einige Beobachtungen mit dem grossen Refraktor der Wiener Sternwarte. *Publ. d. Astrophys. Obs. Potsdam. IV. 1. Theil.* Siehe ferner J. Scheiner, Spektralanalyse der Gestirne. *S. 5 u. 6*; englische Ausgabe von Frost, ebenfalls *S. 5 u. 6*. Auch von Harkness und M. Wolf ist über diesen Gegenstand publizirt worden.

parallel gemacht werden. Diese Linse muss eine solche Brennweite besitzen, dass das Bild der Kerze in den Mittelpunkt des Objektivs fällt. Damit die von den Glasflächen reflektirten Strahlen nicht störend wirken, wird die Kondensorlinse etwas schräg gestellt und ausserdem vor dem Diapositiv eine schwach keilförmige Glasplatte mittels Terpentinöl angebracht.

W. J.

Bestimmung der Kapazität mit der Waage.

Von V. v. Lang. *Sitz.-Ber. d. K. Akad. d. Wiss., Wien. Math.-naturw. Klasse* **106, IIa.** *1897.*

Die hier angegebene Methode zur Bestimmung der Kapazität von Kondensatoren beruht auf der Anziehung, welche eine von Wechselstrom durchflossene, feste Spule auf eine bewegliche, an einer Waage aufgehängte Spule ausübt, wenn diese durch einen Kondensator geschlossen wird. Die Abhängigkeit dieser Anziehung G von der Kapazität C wird durch die theoretisch abgeleitete, nur für kleine C gültige Formel $G = PC\,(1 + \alpha C)$ dargestellt, in welcher P und α Konstanten bedeuten. Die Konstanten werden durch die Messung der Anziehung bestimmt, welche für zwei bekannte Kapazitäten auftritt; dann kann die Vorrichtung zur Messung unbekannter Kapazitäten dienen. Die mit dieser Methode erreichte Genauigkeit ist nicht sehr gross. *W. J.*

Ueber eine neue optische Methode zum Studium von Wechselströmen.

Von H. Abraham und H. Buisson. *Compt. rend.* **125.** *S. 92. 1897.*

Die Methode der Verfasser beruht auf Untersuchungen von Bichat und Blondlot, wonach die Drehung der Polarisationsebene eines Lichtstrahles in einem magnetischen Felde augenblicklich den Aenderungen dieses Feldes folgt. Um nun die gleichzeitig mit den Stromschwingungen erfolgenden Schwingungen der Drehung der Polarisationsebene für Messungen brauchbar zu machen, beleuchten die Verfasser den Apparat immer nur in dem Augenblick, wo der Strom eine bestimmte Phase durchschreitet, und kompensiren die dieser augenblicklichen Stromstärke entsprechende Drehung der Polarisationsebene durch einen direkt messbaren, konstanten Strom.

Der Apparat ist folgendermaassen konstruirt: Eine beiderseits mit planparallelen Platten verschlossene Glasröhre ist mit einer Flüssigkeit von grossem Drehungsvermögen gefüllt und in einen Halbschattenapparat eingesetzt. Auf die Röhre sind hintereinander zwei Spulen von gleicher Windungszahl geschoben. Als Lichtquelle dient der Entladungsfunken eines Kondensators, der durch eine Induktionsspule geladen wird. Das eine Ende der Primärspule steht mit einem metallischen Ring in Verbindung, der auf der Welle der Wechselstrommaschine sitzt und an einer Stelle aufgeschnitten ist, das andere Ende mit einer Bürste, die auf diesem Ringe schleift. Sobald also die Bürste die Unterbrechungsstelle des Ringes passirt, blitzt der Entladungsfunke auf. Dies geschieht dann offenbar immer zu einer Zeit, wo der Wechselstrom dieselbe Phase besitzt. Durch Drehen des Ringes erhält man andere Phasen.

Zunächst wird nun der Analysator auf gleiche Helligkeit der beiden Hälften des Gesichtsfeldes eingestellt; alsdann wird der zu untersuchende Wechselstrom durch die eine die Glasröhre umhüllende Spule geschickt und ein konstanter Strom durch die andere; die Stärke des letzteren wird so lange verändert, bis die beiden Hälften des Halbschattenapparates wieder gleiche Helligkeit zeigen. Dann ist die durch einen Strommesser gemessene Stromstärke gleich der Intensität des Wechselstroms für den betreffenden Augenblick. Durch langsames Verstellen des aufgeschlitzten Ringes erhält man so durch einzelne Punkte die Wechselstromkurve.

Die Verfasser bilden eine Stromkurve ab, welche einen in der Primärwicklung eines Transformators mit Eisenkern verlaufenden Strom darstellt. *E. O.*

Namen- und Sach-Register.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Gustav Schade (Otto Francke) in Berlin N.

383a

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt

der

Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Herausgegeben

unter Mitwirkung der Zeitschrift für Instrumentenkunde

von dem

Vorstand der Gesellschaft.

Redaktion: A. Blaschke in Berlin.

Jahrgang 1897.



Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1897.

Inhalts-Verzeichniss.

Für die Praxis.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 1. 1. Januar. 1897.

Das Karborundum, seine Herstellung und seine Anwendung.

Von

Dr. **Hugo Schroeder** in London.

In meinem Artikel „Ueber die Verwendung des Diamanten in der Präzisions-Mechanik" in der *Zeitschr. f. Instrkde. 7. S. 261 u. 339. 1887* habe ich den grossen Werth hervorgehoben, der in der Anwendung möglichst harter Körper für die Werkzeuge der Präzisionsmechanik liegt. Zwischen dem Diamanten und den gebräuchlichen Schmirgelsorten, allenfalls noch dem gelben krystallinischen Korund, der jedoch nur wenig Verbreitung gefunden hat, war bisher eine ungeheuere Lücke; denn die Differenz in der Härte zwischen Talk und Diamant wird ungefähr durch die Härte des Schmirgels halbirt, wie kürzlich in der *John Hopkins University* angestellte Untersuchungen bestätigt haben.

Seit dem März 1891 ist diese Lücke nun durch einen neuen Körper, das Karborundum, ausgefüllt, dessen Härte sich der des Diamanten nähert, sodass er etwa um ebensoviel härter als der Schmirgel ist, wie dieser härter als Talk. Das Karborundum hat das spezifische Gewicht 3,23; es ist eine chemische Verbindung von Kohle und Kiesel zu gleichen Atomen, es sind also 30 Gewichtstheile Kohle mit 70 Gewichtstheilen Kiesel verbunden, die Formel ist demnach *Si C*. Karborundum ist in jedem Ofenfeuer unschmelzbar; es wird im elektrischen Lichtbogen gebildet, seine Schmelztemperatur liegt ein wenig unter der des elektrischen Lichtbogens. Wenn das Karborundum über diese Temperatur hinaus erhitzt wird, so schmilzt es nicht, sondern wird wieder in Kohle und Kiesel zerlegt. Das Karborundum ist ferner in den meisten Flüssigkeiten unlöslich; Wasser, Oele, Säuren, selbst Flusssäure üben keinen Einfluss darauf aus. Das Karborundum ist indess nicht so zähhart wie Schmirgel oder Diamant, es hat vielmehr die Eigenschaft des krystallisirten gelben Korund. In chemisch reinem Zustande zeigt es eine blassgrüne Färbung; das fabrikmässig hergestellte Karborundum erscheint jedoch in verschiedenen Farben, grün, blau bis schwarz, ähnlich wie angelassener Stahl. Diese Farben entstehen durch Spuren fremder Beimischungen, sowie auch theilweise durch Oxydation der Oberfläche. Die ausgebildeten Krystalle bieten häufig einen sehr schönen Anblick dar; solche Stücke überlässt die Fabrik gern an die Kabinette öffentlicher Museen und Universitäten.

Das Karborundum wurde i. J. 1891 von einem Amerikaner, E. G. Acheson, erfunden und wird in grösserem Massstabe von der *Carborundum Company* fabrizirt. Der Erfinder war durch eine Romanfigur von Jules Verne — ein französischer Ingenieur, der die künstliche Herstellung der Diamanten zu seiner Liebhaberei gemacht hatte, ohne ein Resultat zu erzielen — auf die Idee geführt worden, zu versuchen, ob er nicht Diamant oder einen ihm ähnlichen Körper herstellen könne; nach einigen Jahren eifrigen Experimentirens hatte Acheson den Erfolg, das Karborundum zu erhalten. Als im Jahre 1891 in Monongahela in Pennsylvanien eine Gesellschaft zur Lieferung von elektrischem Licht gebildet wurde, welche auch das Problem von Acheson ins Auge gefasst hatte, führte dieser sein erstes Experiment unter Anwendung eines starken elektrischen Lichtbogens in folgender Weise aus: Er machte einen elektrischen Schmelzofen aus einer eisernen Kelle, welche er mit Kohle ausfütterte und mit einer Mischung von Kohle und Lehm füllte. In der Mitte dieser Mischung führte er einen Kohlenstab ein und verband ihn mit einem Pol der Dynamomaschine, während er den andern Pol mit

der Kelle verband. Wenn nun der Strom hindurchgeleitet wurde, so entwickelte sich eine sehr starke Hitze und gleichzeitig fand eine heftige chemische Aktion statt. Nachdem der Strom ausgeschaltet und die Masse aus der Kelle herausgenommen und zerbrochen worden war, zeigte sich, dass einige sehr harte Krystalle von glänzend blauer Farbe sich gebildet hatten. Diese Krystalle waren jedoch noch sehr klein, und man wiederholte daher das Experiment unter günstigeren Umständen und unter Benutzung eines grösseren Ofens. Zu diesem Zweck ersetzte man die eiserne Kelle durch einen aus feuerfesten Steinen gebauten Ofen, dessen Inneres etwa 0,25 *m* lang, 0,1 *m* tief und 0,1 *m* hoch war. Jetzt wurden für beide Pole Kohlenstäbe angewandt und von jeder Seite des Ofens ein solcher eingeführt. Es zeigte sich nun bald, dass die ursprüngliche Meinung, wonach man jene Krystalle für Kohlenstoff gehalten hatte, irrthümlich war, und dass man es mit einem zusammengesetzten Körper zu thun hatte, der aus Kohle und irgend einem anderen Material bestand. Man vermuthete, dass dieser andere Bestandtheil Korund sei und gab dem neuen Körper daher den Namen Karborund, entstanden aus Karbo-Korund. Die genauere chemische Untersuchung zeigte jedoch, dass die Krystalle aus Kohle und Silicium sich zusammensetzen, also eigentlich ein Siliciumkarbid sind.

Nachdem man eine genügende Menge von Krystallen erhalten hatte, wurden dieselben zu feinem Pulver zerstampft und sorgfältig gesiebt. Das Quantum von Karborundum, welches man auf solche Weise in einem dieser früheren Oefen erzeugte, betrug täglich nur etwa 100 *g*; es wurde an Edelsteinschleifer karatweis verkauft; bald jedoch war man in der Lage, Karborundum in grösseren Mengen zu liefern, und zwar das Pfund (etwa 450 *g*) für 10 Dollar. Es wurde nunmehr auch zum Schleifen von Ventilen verwendet, wozu es sich geeigneter als Schmirgel erwies; da jeder Arbeiter nur $^1/_8$ Unze d. i. etwa 3 *g* täglich verbrauchte, so war der gezahlte Preis auch nicht zu hoch.

Als nach und nach der grosse Werth des Karborundums als Schleifmittel allgemeiner bekannt wurde, war die Nachfrage so gross, dass eine ganz neue Einrichtung zur Herstellung desselben in Monongahela nothwendig wurde, mittels deren dann täglich 300 Pfund fabrizirt wurden. Sehr bald zeigte sich aber, dass auch diese Einrichtung viel zu klein war; die Gesellschaft entschloss sich daher zu einer Verlegung ihres Werkes nach den Niagarafällen, wo reichlich Elektrizität von den grossen Dynamomaschinen erhalten werden konnte, welche durch die Kraft des Niagarafalles betrieben werden. Ich hatte 1894 selbst Gelegenheit, diese grossen Anlagen zu besuchen, während sie noch im Bau waren und werde vielleicht einmal eine Beschreibung derselben geben. Es sei hier nur beiläufig erwähnt, dass jede der dort arbeitenden Turbinen ungefähr 5000 Pferdestärken liefert. Die neuen Werke der Carborundum Cy. sind ungefähr $^1/_3$ engl. Meile oberhalb des Maschinenhauses der Niagarafall Cy. gelegen, gerade neben den Werken der Pittsburgh Production Cy.

Man betritt zunächst das Gebäude, in welchem die Rohmaterialien aufbewahrt werden: Sand von Ohio, Salz von den Salzwerken des Staates New-York, fein gemahlene Koke aus den bituminösen Kohlen Pennsylvaniens und Sägespäne von den Sägemühlen von Tonawanda nahe bei Buffalo. In demselben Gebäude werden auch die Materialien für die Oefen gemischt. Diese Mischung wird alsdann nach dem Schmelzgebäude befördert. Die 5 Schmelzöfen in diesem Gebäude sind jeder 17 Fuss (5 *m*) lang, 6 Fuss (2 *m*) breit und 6 Fuss hoch und ganz aus feuerfesten Steinen unter Ausschluss alles Mörtels erbaut. An einem Ende der Oefen ist eine grosse Bronzeplatte befestigt, mit welcher 4 starke Kupferkabel verbunden sind; unter dem Boden jedes Ofens erstrecken sich Kupferbarren, an welchen die Kabel zur Zuleitung des Stromes befestigt sind. Mit der inneren Fläche der Bronzeplatten sind je 60 Kohlenstäbe, jeder 3 Zoll (75 *mm*) dick und 30 Zoll (750 *mm*) lang, verbunden. Diese Kohlenstäbe treten durch das Mauerwerk des Ofens hindurch und bilden dort die Endpole. Der Ofen wird zunächst mit der erwähnten Mischung ungefähr halb gefüllt; der Arbeiter stellt eine leitende Schicht zwischen den Kohlenspitzen her, indem er Stückchen von Kohlengrus zwischen die Endpole legt; alsdann wird noch so viel von der Mischung aufgetragen, dass der Ofen voll ist, wonach er fertig zur Einleitung des Stromes ist.

Neben dem Schmelzofengebäude befindet sich das Gebäude zur Transformirung des Stromes. Der Strom, wie er von dem Maschinenhause der Niagarafall Cy. geliefert wird, hat eine Spannung von 2200 *Volt*, welche viel zu hoch ist, um in den Karborundum-Oefen benutzt werden zu können; sie wird deshalb durch Transformatoren auf 185 *Volt* heruntergebracht. Da jedoch der Strom beim Anlassen der Oefen eine höhere Spannung als 185 *Volt* besitzen muss und erst allmählich auf 185 *Volt* herabgemindert

werden soll, so ist noch ein Handregulator zwischen dem Transformator und den Oefen eingeschaltet. Bei so gewaltigen Strömen, wie sie hier verwendet werden, würde natürlich sowohl Transformator als auch Regulator bald überhitzt werden; um dies zu vermeiden, werden beide durch Oel abgekühlt, das mittels einer von einem Elektromotor bewegten Pumpe durch beide hindurchgetrieben wird.

Wenn der Strom geschlossen wird, so bemerkt man zunächst äusserlich nichts davon an den Oefen; nach einer Stunde jedoch fangen die Gase an sich so stark zu entwickeln, dass sie von Aussen entzündet werden können; sie brennen alsdann mit blauer Flamme. Nachdem einige Stunden verflossen sind, ist der ganze Ofen in blaue und gelbe Flammen eingehüllt, welche einen prachtvollen Anblick darbieten. Nach diesem Anblick zu urtheilen, sollte man glauben, dass die Hitze, welche die Oefen nach Aussen verbreiten, unerträglich sei; dem ist jedoch nicht so, da man sich bis auf 3 Fuss Entfernung diesen Flammen ohne Gefahr nähern kann. Der Grund hiervon ist wohl in dem Umstand zu suchen, dass die meiste Hitze im Innern des Ofens verbraucht wird, um die chemische Aktion zur Bildung des Karborundums hervorzubringen.

Nachdem der elektrische Strom während 24 Stunden in dieser Weise gearbeitet hat, wird er unterbrochen; wenn der Ofen genügend abgekühlt ist, werden die Mauern desselben niedergerissen. In den äusseren Theilen der Mischung wird dann weiter keine Veränderung bemerkt, als dass die Sägespäne verbrannt sind und das Salz verdampft ist; im Innern ist die Mischung zusammengefrittet und kann leicht abgenommen werden, Dadurch wird die erzeugte Menge reinen Karborundums freigelegt, welches überall dort entstanden ist, wo der Strom von den Kohlenspitzen die Masse durchströmt hat. Wenn das Gefrittete fortgenommen wird, so erscheint das Karborundum so prachtvoll, dass keine Photographie im Stande ist, davon eine nur einigermassen richtige Idee zu geben. Glänzende Krystalle finden sich, alle von dem Ort des Lichtbogens ausgehend, radial gelagert bis zu einer Entfernung von 10 bis 15 Zoll; sie spielen in allen Farben, roth, grün, blau und violett; sie sind der Mehrzahl nach nur klein, aber wenn sich irgendwo eine Höhlung gebildet hatte, findet man grosse, prachtvoll glitzernde, hexagonale Stücke, von welchen einige $^1/_2$ Zoll (12 *mm*) Seite haben.

Die Krystalle werden zu Pulver gemahlen, welches in grossen, flachen Behältern nunmehr mit verdünnter Schwefelsäure behandelt wird, welche alle Unreinigkeiten entfernt. Es wird hierauf getrocknet, gesiebt und in Dosen gefüllt, womit es zu weiteren Zwecken gebrauchsfertig und versandtfähig ist.

Der Gebrauch dieses Krystallpulvers ist bereits jetzt schon ein sehr vielseitiger. Ausser der bereits oben erwähnten Verwendung zum Schleifen harter Edelsteine, optischer Glaslinsen etc. an Stelle des losen Schmirgels dient es auch zur Herstellung von Schleifsteinen und Schleifrädern aller Art, sowie zur Erzeugung von Karborund-Papier und -Leinen als Ersatz des Schmirgel-, Glas- und Feuerstein-Papiers und -Leinens. Ehe ich jedoch hierzu übergehe, möchte ich noch einige Bemerkungen über das Schleifen der Steine und optischen Glaslinsen einfügen.

Der Schmirgel, der ja bekanntlich ein Naturprodukt ist, zeigt sich im Allgemeinen sehr inhomogen. Wenn man einen rohen Schmirgelstein betrachtet, bevor er in die Stampfmühle kommt, so sieht man, zumal bei den härtesten Sorten, dass er voller Schlieren ist, welche aus ungleich hartem Gestein bestehen. Nach dem Pulverisiren kann man durch Schlemmen nur in sehr unvollkommenem Grade die harten von den weichen Theilen sondern. Beim Feinschleifen werden nun die weicheren Theile eher verrieben als die harten, dadurch sammeln sich die grösser bleibenden harten Theile am Rande an und verursachen durch gelegentliches Eintreten zwischen die schleifenden Flächen mehr oder weniger feine Risse (Kratzen), welche die Flächen verderben. Durch vorheriges Aussortiren der rohen Steine kann man diese üble Eigenschaft allerdings bis zu einem gewissen Grade beseitigen; der im Handel vorkommende feine Pariser Schmirgel zum Schleifen optischer Gläser besteht in der That aus solchen aussortirten, möglichst weichen und stumpfkantigen Schmirgeltheilen. Es ist ein ziemlich allgemein verbreitetes Vorurtheil, aber auch nur ein solches, dass man mit weicherem Schmirgel feinere Flächen erzeugen könne als mit hartem. Der Grund für diese ganz unzutreffende Ansicht liegt darin, dass solche Flächen ein glänzenderes Aussehen besitzen. Geht man dann jedoch zum Poliren über, so zeigt sich, dass sie sich zwar schnell anpoliren, aber sehr langsam auspoliren lassen, während eine Fläche, die mit scharfem, feinem und hartem Schmirgel geschliffen wurde, nicht allein von vornherein korrekter ist, sondern auch trotz des etwas langsameren Anpolirens sich viel

schneller auspoliren lässt und dabei ihre Form besser beibehält. Es gilt dies ganz besonders für Flächen von grösseren Dimensionen; hier müssen die Schmirgeltheilchen bei jedem Schleifgange eine lange Wegstrecke durchlaufen, wobei sich ihr Korn bedeutend verkleinert, bevor sie die Mitte der Fläche erreicht haben. Dadurch wird aber eine konvexe Fläche am Rande stärker gekrümmt als in der Mitte. Ich hatte früher meinen Schmirgellieferanten einmal veranlasst, nur die härtesten Schmirgeladern aus den Steinen herauszuschlagen und diese für sich fein zu pulverisiren, erhielt dadurch, nachdem Eisen und Kalktheile noch durch Digeriren mit Salzsäure entfernt waren, einen Schmirgel, der ganz vorzüglich war, besonders geeignet für die Vollendung grosser Objektivflächen. Das Karborundum ist nun vermöge seiner Herstellung viel homogener als der Schmirgelstein, und da es aus Krystallsplittern besteht, schneidet es viel schärfer als Schmirgel. Es ist allerdings auch spröder, und man darf daher beim Feinschleifen mit demselben nur geringeren Druck anwenden als beim Schmirgel; dann arbeitet es aber vorzüglich, zumal wenn man Glas auf Glas schleift. Man kann das Karborundum für diese Zwecke bereits von der Kompanie in Päckchen von $^1/_4$ Pfund an erhalten und zwar in der Feinheit von 1, 4, 6, 10, 15 Minuten; auch werden auf Wunsch noch feinere Nummern geliefert.

Da eine ungefähre[1]) Preisangabe manchem Leser wohl erwünscht sein mag, so erwähne ich, dass bei kleineren Quantitäten das Pfund (450 *g*) roher Krystalle jetzt 20 *Cents* (0,80 *M.*) kostet. Die gewaschenen Krystallpulver zum Gebrauch für Optiker kosten 1 Minute fein 50 *Cents* (2 *M.*) und 15 Minuten fein 2 *Dollar* (8,50 *M.*) pro Pfund. Die Preise aller anderen Artikel aus Karborundum ersieht man besser aus der sehr vollständigen Preisliste der Kompanie. Ausgelesene Krystalle (für Sammlungen etc.) kosten 75 *Cents* pro Pfund. Ich bemerke noch, dass man mit Karborundum viel mehr Arbeit leisten kann als mit der gleichen Masse Schmirgel.

Die Hauptanwendung scheint mir diejenige in der Form künstlicher Schleifsteine und Schleifräder zu sein. Nach den von mir damit angestellten Versuchen überragen dieselben alles bisher auf diesem Gebiet Geleistete weit. Ein ganz enormer Vortheil liegt hierbei ausser in der Schärfe und Härte der Krystalle darin, dass das Karborundum im Ofenfeuer unschmelzbar ist. Man kann deshalb zur Herstellung künstlicher Steine als Bindemittel die Porzellanerde anwenden, wodurch eine Festigkeit, Sauberkeit und Formenrichtigkeit erreichbar ist, die unübertroffen dasteht. Diese Steine werden in der Weissglühhitze des Porzellanofens gebrannt, daher kann keine durch Reibung erzeugte Hitze beim Gebrauch derselben irgend welchen Nachtheil herbeiführen. Ausserdem sind solche Steine nicht von Säuren angreifbar, wodurch man u. a. den grossen Vortheil geniesst, sie, wenn sie sich z. B. beim Schleifen von Stahl voller Stahltheile gesetzt haben, sofort durch wenige Tropfen starker Säure wieder vollständig reinigen zu können. Ferner ist die Festigkeit dieser Steine gegen Zerplatzen durch Zentrifugalkraft bei sehr hoher Geschwindigkeit eine viel grössere. Mit solchen Schleifrädern ist z. B. das Schärfen der härtesten Metallsägeblätter mit grosser Leichtigkeit auszuführen, sodass man in Zukunft keine Rücksicht mehr auf die unzulängliche Härte der Sägenfeilen zu nehmen braucht und die Sägeblätter viel härter machen kann.

Es würde jedoch von dem eigentlichen Zwecke der Abhandlung zu weit abführen, wenn ich alle die vielseitigen Anwendungen des Karborundums aufführen wollte, zumal da jeder Techniker nach den oben mitgetheilten Eigenschaften leicht die nöthige Anwendung davon machen kann. Es wird bereits in allen Grössen geliefert, in denen Schleifsteine, Schmirgelräder gebraucht werden, ferner in Feilenform, als Messerschärfer für Haushaltszwecke u. s. w. Alle diese Artikel sind, nachdem das Karborundum mit Porzellanerde vermischt ist, durch hydraulische Pressen geformt und dann in Porzellanöfen gebrannt. Die Porzellanerde hat als Bindemittel noch die gute Eigenschaft, dass sie nicht abstumpfend oder schmierend wirkt, wie so manche andere sonst gebräuchliche Bindemittel der Schmirgelscheiben, wie z. B. Schellack, Hartgummi u. s. w.

---

[1]) Die Preise für Deutschland sind von den Importeuren z. B. **Delisle & Ziegele** in Stuttgart zu erfahren. Red.

Vereins- und Personen-Nachrichten.

Carl Bamberg.

Am 14. Oktober v. J. beging die Werkstatt von Carl Bamberg in Friedenau die Feier ihres 25-jährigen Bestehens. Aus kleinen Anfängen heraus hat sie ihr leider so früh verstorbener Begründer zu ihrer jetzigen Höhe emporgeführt; aus den engen und dunkelen Miethsräumen eines alten Hinterhauses im Norden Berlins konnte er sie übersiedeln nach den grossen und hellen Sälen eines eigens für ihre Zwecke errichteten Gebäudes in einem durch seine Lage bevorzugten Vororte.



Entsprechend der Vielseitigkeit seiner genialen Beanlagung und seinem rastlosen Eifer hat Carl Bamberg sich nicht auf eine oder wenige Spezialitäten beschränkt, sondern vielmehr seine Thätigkeit auf die verschiedensten Gebiete der Präzisionsmechanik und Optik ausgedehnt: astronomische Fernrohre vom kleinen Reise-Theodoliten bis zum gewaltigen Refraktor der Urania-Sternwarte, geodätische, nautische und erdmagnetische Instrumente, Kompasse, Leuchtfeuer, Kathetometer, Komparatoren, Maassstäbe und viele andere Messinstrumente werden in mustergültiger Konstruktion und Ausführung von diesem Institute gebaut, welches sowohl die mechanischen als auch die optischen Arbeiten ausführt. Möge sich die Werkstatt auch fernerhin der hohen Blüthe erfreuen, von der sie eben erst auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung einen so glänzenden Beweis geliefert hat.

Wenn an dieser Stelle die fachlichen Vorzüge und Erfolge von Carl Bamberg gerühmt werden, so geziemt es sich auch dessen zu gedenken, was er seinen Fachgenossen und insbesondere der D. G. f. M. u. O. gewesen ist. Von dem Tage an, wo er unsere Vereinigung begründen half, hat er durch sein liebevolles und offenes Wesen, durch seinen klaren Blick und sein warmes Interesse für Alles, was der Gesammtheit zu Nutz und Frommen sein konnte, eine führende Stelle eingenommen. Die Achtung, die er durch seine zielbewusste Thatkraft, die Dankbarkeit, die er durch seine stete Hülfsbereitschaft und die Liebe, die er durch den Reiz seiner Persönlichkeit erworben hat, werden ihm auch über das Grab hinaus gewahrt werden.

Mitgliederverzeichniss.

Im Jahre 1896 sind folgende 29 Mitglieder in die D. G. f. M. u. O. eingetreten:

a) Hauptverein: Dr. Barczynski-Magdeburg, Oskar Bock-Kiel, O. Daemmig-Cottbus, W. Demmin-Greifswald, R. Kleemann-Breslau, R. Meibuhr-Liebenwerda, Gebr. Mittelstrass-Magdeburg, W. Pfaff-Heidelberg, H. Reising-Braunschweig, R. Reiss-Liebenwerda, Fr. Tiessen-Breslau, L. Trapp-Glashütte, Dr. Wellmann-Greifswald.

b) Zweigverein Berlin: H. Bieling, C. A. Biese, E. Gläser, Dr. Gleichen, W. Lindt, A. Stelzer, H. Toussaint sen., W. Wicke, Otto Wolff, Dr. H. Zimmermann.

c) Zweigverein Hamburg-Altona: T. Ch. Breckenfeld, Rich. Dennert, G. Ehrhorn, P. Fentzloff, H. Kollenberg, P. Wolffram.

Es schieden aus: E. Bannow, L. Becker, Fentzloff & Gottwald, Th. Grau, J. Hecht, Fr. Heller, Kern & Cie., G. König, E. Leybold's Nachf., Max Raschke & Co., E. Raub, Schultze & Bartels, A. Wahl.

Somit gehören z. Z. der D. G. 361 Mitglieder an.

Kleinere Mittheilungen.

Herstellung von Profilstäben aus Delta- und anderen Metallen mittels Auspressens im heissen Zustande.

Die *Oesterreichische Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen* **44.** *S. 614. 1896* und die *Zeitschr. des Ver. d. Ing.* **40.** *S. 1434. 1896)* bringen interessante Mittheilungen über ein in England von Alexander Dick eingeführtes Verfahren, Profilstäbe aus Delta- und anderen Metallen mittels Durchpressens durch eine Matrize herzustellen. Das Verfahren an und für sich ist nicht neu zu nennen — die Thon- wie die Bleirohr-Industrie benutzen es schon seit langem zur Herstellung ihrer Produkte. Die Ausdehnung aber auf viel härtere Metalle als Blei, zunächst Deltametall, Bronzen oder Aluminium, setzt bedeutend grössere maschinelle Einrichtungen und gewaltige Druckkräfte voraus.

In einem entsprechend kräftig gebauten Rahmen sind der Presszylinder zur hydraulischen Bewegung des Druckstempels und der Zylinder zur Aufnahme des Drückmaterials hintereinander liegend angeordnet. Der letztere Zylinder hat erst nach manchem vergeblichen Versuch eine Konstruktion erhalten, welche die starken Drucke aushält. Er besteht aus mehreren konzentrischen Eisenrohren, die durch Wärme-Isolirungsschichten von einander getrennt sind. Diese Isolirung ist nöthig, weil das Metall nur im plastischen (ungefähr rothwarmen) Zustande gepresst werden kann und diese hohe Temperatur bei einem massiven Druckbehälter durch ungleiche Ausdehnung bald Bruch herbeiführte. Nachdem ein bis zur Plastizität vorgewärmter Metallblock eingesetzt ist, wird der Behälter auf der einen Seite in geeigneter Weise durch den Druckstempel abgeschlossen und auf der anderen Seite die gut erhitzte Profillehre aus Wolframstahl aufgesetzt. Nach etwa 4 Minuten ist dann eine Charge von 75 *kg* Metall als Profilstab ausgepresst. Die Einrichtungen ermöglichen schon jetzt, in 10-stündiger Schicht etwa 50 Füllungen vorzunehmen. Die Stäbe sollen keiner nachträglichen Bearbeitung bedürfen. Versuche, auch Eisen- und Stahlkörper durch Auspressen herzustellen, sind im Gange.

Das Verfahren bietet nach zwei Richtungen hin Vortheile. Erstens ermöglicht es die Herstellung von Profilen, welche durch Walzen schwer oder überhaupt nicht herstellbar sind. Zweitens steigert der gewaltige Druck (3000 *kg* pro *qcm*) die Dichte und Festigkeit des Materials wesentlich. So hat die Mechanisch-Technische Versuchsanstalt in Charlottenburg bei Stäben aus Deltametall einen Bruchmodul von 7200 *kg* pro *qcm* festgestellt, das ist ungefähr 24% mehr wie bei gewalztem Material. Die gleichen Erfahrungen sind in Woolwich gemacht worden. Vielleicht bildet sich das Verfahren bald soweit aus, dass auch die Feinmechanik daraus Nutzen ziehen kann. Zur Herstellung von Maassstabkörpern u. s. w. werden solche gepresste Stäbe gut geeignet sein.

Bezugsquelle für Deutschland ist die Delta-Metall-Aktiengesellschaft Alexander Dick & Co. in Düsseldorf-Grafenberg.

G.

Bücherschau.

Pracht-Album photographischer Aufnahmen der Berliner Gewerbe-Ausstellung 1896 u. s. w. Text von Paul Lindenberg unter Mitwirkung von Geh. Rath Prof. Dr. Scheibler, Prof. Dr. H. W. Vogel . . . . 192 S. mit vielen Illustrationen. Berlin, The Werner Cy. Geb. 6,00 *M.*

Wie schon der Titel besagt, soll der Hauptwerth des Buches in den Illustrationen gesucht werden, die hier „auf Grund der alleinigen Autotypie-Vervielfältigungsrechte sämmtliche Photographien der Gewerbe-Ausstellung" veröffentlicht werden. In dieser Richtung erscheint Gutes mit minder Gelungenem, Wichtiges und Interessantes mit Nebensächlichem so stark vermischt, dass Weniger entschieden Mehr gewesen wäre; man hätte dem Leser die Mühe abnehmen sollen, sich aus der Menge der Bilder das Brauchbare selbst herauszusuchen. Wenn auch auf der Ausstellung thatsächlich diejenigen Darbietungen, welche dem Vergnügen und der Erholung gewidmet waren, eine recht grosse Ausdehnung gehabt haben mögen, so hätte man doch in einem Werke, das eine dauernde Erinnerung an die Leistungen des Berliner Gewerbefleisses sein soll, diesem Theile der Ausstellung einen kleineren Raum zugestehen sollen. Der Text ist wohl als leichtere Lektüre aufzufassen und zu beurtheilen; aber auch dann — um uns an dieser Stelle auf unser Spezialgebiet zu beschränken — genügt er nicht den Anforderungen, die an ihn billiger Weise gestellt werden dürfen. So findet sich auf S. 66 bei der Besprechung der Kollektiv-Ausstellung der D. G., um hiervon das Markanteste herauszugreifen, folgender Satz:

> Das Gebiet der Herstellung von Waagen und Gewichten hat den besonderen Triumph gehabt, bei der Einrichtung der internationalen Stelle für Maasse und Gewichte in Breteuil bei Paris herangezogen zu werden

Der Normalsatz der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt wird auch dem grösseren Publikum von Interesse sein.

Danach könnte man glauben, die Reichsanstalt habe einen Gewichtssatz ausgestellt, in Wirklichkeit bestand aber „Normalsatz der Reichsanstalt“ aus Normalen des elektrischen Widerstandes. Es ist unerfreulich zu konstatiren, dass über einen Theil der Ausstellung, der nach übereinstimmendem Urtheil Aller eine Zierde des Ganzen war, in so wenig sachverständiger Weise geschrieben wird. Wenn oben aus der Zahl der Mitarbeiter gerade zwei Gelehrte namentlich aufgeführt wurden, so geschah dies, um zu zeigen, dass mit Bezug auf unsere Spezial-Ausstellung die Redaktion des Buches die Gelegenheit nicht benutzt zu haben scheint, den Text von sachverständiger Seite schreiben oder wenigstens revidiren zu lassen.

Unsere Leser werden daher gut thun, das Erscheinen des Werkes „Berlin und seine Arbeit“ abzuwarten, um sich über die Berliner Gewerbe-Ausstellung sachlich zu informiren. *Bl.*

Littrow, Wunder des Himmels od. Gemeinfassliche Darstellg. des Weltsystems. 8. Aufl. v. Dir. Prof. Dr. Edm. Weiss gr. 8⁰. XXIII, 1099 S. m. 14 lith. Taf. u. 155 Holzschn. Berlin, F. Dümmler's Verl. 14,00 *M.*; geb. 16,00 *M.*

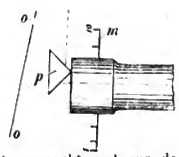
J. A. Müller-Bertossa, Anleitung zum Rechnen m. dem logarithmischen Rechenschieber, durch Beispiele erläutert u. m. 2 lith. Tafeln versehen. 2. Aufl. gr. 8⁰. IV, 60 S. Zürich, A. Raustein. 1,80 *M.*

M. Engler, Die Portrait-Photographie beim Amateur. Kurze Anleitg. zur Herstellg. v. Portraits ohne Atelier m. besond. Berücksicht. der Retouche. 2. Aufl. 8⁰. 21 S. Halle, H. Peter. 0,50 *M.*

H. Schnauss, Gut Licht! Jahrbuch u. Almanach f. Photographen u. Kunstliebhaber. 2. Jahrg. Für d. J. 1897. 12⁰. V, 160 S. m. Abbildgn. u. 9 Kunstbeilagen. Dresden. Düsseldorf, Schmitz & Olbertz in Komm. Geb. in Leinw. 1,50 *M.*

Patentschau.

Entfernungsmesser. G. Hartmann in Eiserfeld b. Siegen i. Westf. 4. 9. 1895. Nr. 88380. Kl. 42.



Das zu bestimmende Ziel wird mittels eines mit Prisma *p* oder Winkelspiegel versehenen Fernglases anvisirt und diese Einstellung von einem mit eben diesem Fernglase verbundenen Maassstabe *m* abgelesen, indem man das Spiegelbild dieses Maassstabes in einem in entsprechendem Abstande aufgestellten Spiegel *o* beobachtet. Alsdann wird eine zweite ganz gleiche Beobachtung von der entgegengesetzten Seite gemacht und aus der Differenz beider Ablesungen die Entfernung des Zieles ermittelt.

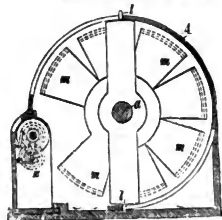
Antriebsvorrichtung für Moment-Verschlüsse. Schippang & Wehenkel in Berlin. 18. 6. 1896. Nr. 87786. Kl. 57.

Der aus Lamellen *A* bestehende Verschluss wird durch Vorschub der Stellschiene *B* geöffnet. Dieser Vorschub erfolgt durch Druck der Kolbenstange *D* auf eine mit der Stellschiene *B* drehbar verbundene Druckplatte *E*, welche gegen eine Gleitbahn *H* anliegt und von derselben allmählich unter der Kolbenstange *D* hinweggeschoben wird. Sobald die Druckplatte *E* gänzlich an der Kolbenstange *D* vorübergegangen und demnach der Druck auf dieselbe aufhört, was in dem Augenblicke der vollen Oeffnung des Verschlusses der Fall ist, schnellt die Stellschiene in ihre Anfangsstellung zurück, und die Lamellen *A* kehren in die Schlussstellung zurück. Die Auslösung erfolgt durch Druck auf einen Gummiball, der sich an dem in der Figur 1 links sichtbaren Schlauch befindet.

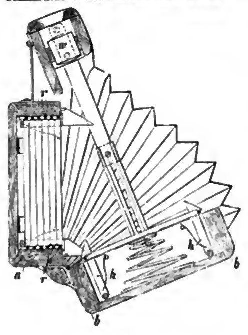


Fig. 1. Fig. 2.

Rechenmaschine. A. Th. Papatheodoros in Mainz. 17. 10. 1895. Nr. 88075. Kl. 42.

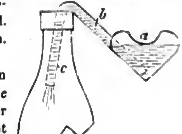


Auf der Stelle *a* sind die Sektoren *m* derart versetzt angeordnet, dass jeder Sektor erst dann in Eingriff mit den Zahnrädern des Zählapparates gelangt, wenn der Eingriff der vorhergehenden bereits aufgehoben ist. Jeder Sektor ist mit neun Zähnen versehen, welche ihrerseits treppenförmig abgeschnitten sind, sodass jeder Zahn um 1/9 kürzer ist als der vorhergehende. Durch die Handhaben *l* an den Sektoren und die im Gehäuse *a* angeordneten, schräg verlaufenden Schlitze können die Zahnsektoren den gestellten Aufgaben entsprechend eingestellt werden. Behufs Uebertragung der Zehner ist ein Räderpaar *z* vorgesehen, bei welchem das eine Rad halb so gross ist, als das andere und beide Räder nur halb so viel Zähne haben als die Zahnräder der Zählscheiben.



Magazin-Kamera mit doppeltem Plattenmagazin. P. Dominik in Offenbach a. M. 22. 9. 1895. Nr. 87622. Kl. 57.

Die beiden Theile der zusammenlegbaren Kamera sind als Plattenmagazin in der Art ausgebildet, dass der eine Theil *a* die noch unbelichteten, der andere *b* die belichteten Platten aufnimmt. Der Plattenwechsel geht in der Weise vor sich, dass bei jedesmaligem Auseinanderklappen der Magazine die vorderste Platte des Vorrathsmagazins *a* von den Haken *h* des Magazins *b* an den Stiften *r* ergriffen und in den Fokus des Objektivs *w* gebracht wird.



Fülltrichter. A. Giessler in Berlin. 3. 3. 1896. Nr. 88334. Kl. 64.

Das mit dem trichterförmigen Gefäss *a* verbundene Heberrohr *bc* gestattet ein Füllen bis zu einer bestimmten Höhe bezw. verhütet das Ueberlaufen.

Patentliste.

Bis zum 14. Dezember 1896.

Anmeldungen.

Klasse:

21. T. 4390. Elektrizitäts-Zähler. J. Telge, Oldenburg i. Gr. 2. 2. 95.

R. 10454. Wechselstrom-Motorzähler; Zus. z. Pat. 87042. C. Raab, Kaiserslautern. 29. 7. 96.

42. B. 18252. Kontaktvorrichtung an Kompassen zur elektrischen Fernanzeige. R. Blochmann, Kiel. 26. 10. 95.

P. 8401. Entfernungsmesser. R. Penkmayer, Amberg, Bayern. 17. 9. 96.

48. R. 10603. Verfahren zur Herstellung von galvanoplastischen Formen. R. Rauscher, Berlin. 30. 9. 96.

49. Sch. 11717. Drehherz für Gegenstände, welche auf einem Dorn abgedreht werden. F. Schleehauf, Stuttgart. 4. 7. 96.

67. B. 19830. Vorrichtung zum Anlassen gekornten Stahlmaterials; Zus. z. Anm. B. 19747. Backhaus & Langensiepen, Leipzig. 31. 10. 96.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 90424. Mikrophon mit lose aufgehängten Kohlenringen. R. Stock & Co., Berlin. 12. 9. 95.

Nr. 90425. Wechselstrom-Motorzähler; Zus. z. Pat. 87042. C. Raab, Kaiserslautern. 8. 2. 96.

Nr. 90474. Wattstundenzähler f. Wechselstrom. G. Hummel, München. 3. 2. 95.

Nr. 90554. Wechselstromzähler. The Westinghouse Electric Company Lim., Westminster, Engl. 1. 1. 95.

42. Nr. 90460. Apparat zur Veranschaulichung der Rotation und Präzession der Erde. A. Krebs, Halle a. S. 22. 5. 96.

47. Nr. 90546. Schraubensicherung mit federndem Sperrring. G. E. Strauss, New-York u. E. Klahn, West-Hoboken, N.-Y., V. St. A. 21. 7. 96.

49. Nr. 90385. Drehbank mit Bett von kreisrundem Querschnitt. H. H. Fedder sen. u. H. Andresen, Flensburg. 17. 3. 96.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 2. 15. Januar. 1897.

Die Photographie in natürlichen Farben

Vortrag,

gehalten im Zweigverein Hamburg-Altona der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik

von

Dr. **Hugo Krüss** in Hamburg.

Bevor in das eigentliche Thema eingegangen wird, soll kurz hervorgehoben werden, dass die bisher im Buch- und Kunsthandel häufig als farbige Photographien bezeichneten Kunstwerke, so vollkommen sie auch geliefert werden, nichts sind als Farbendrucke, zu deren Herstellung in irgend einer Weise die Photographie Hülfe geleistet hat. Bei einem gewöhnlichen Farbendruck wird Alles mit der menschlichen Hand gemacht und eine mehr oder minder grosse Anzahl von Druckplatten benutzt, die je eine Farbe zu drucken bestimmt sind. Es lag nahe, zunächst die Photographie zu benutzen, um die richtige Zeichnung zu erhalten und soviele Negative herzustellen, als man Farbdruckplatten haben wollte. Einen bedeutenden Fortschritt machte 1869 Ducos de Mauron, der die Negative für die verschiedenen farbigen Druckplatten herstellte, indem er unter Vorschaltung entsprechender farbiger Platten die photographischen Aufnahmen machte. Während er sich des Pigmentdruckes bediente, benutzte Jos. Albert in München unter Anwendung eines ähnlichen photographischen Verfahrens den Lichtdruck. Diese Methode wurde bedeutend vervollkommnet von H. W. Vogel durch die genaueste Analyse der Farbenverhältnisse einerseits der absorbirenden farbigen Mittel bei der photographischen Aufnahme, andrerseits der zum Druck benutzten Farben; dadurch erzielte er, was bisher in dem Maasse nicht erreicht worden war, eine vorzügliche Uebereinstimmung des Farbendruckes mit den natürlichen Farben des photographirten Gegenstandes[1]).

Eine vollkommen andere Aufgabe ist diejenige, direkt eine Photographie von farbigen Gegenständen herzustellen, welche die Farben des Originals in richtiger Tönung und Helligkeit wiedergiebt. Ueber gelungene Versuche in dieser Richtung berichtete zuerst Seebeck im Jahre 1810 (Goethe's Farbenlehre *II. Bd.*, *S. 716*). Er strich Hornsilber (Chlorsilber) auf Papier und photographirte im Spektrum, welches in natürlichen Farben darauf erschien. Aehnliche Resultate erhielten Becquerel und Nièpce, die Silberplatten benutzten, und Poitevin, der wieder Papier anwendete. Aber alle die so erhaltenen farbigen Photographien waren nicht fixirbar und verschwanden bald durch allgemeine Schwärzung des ganzen Bildes. In gleicher Richtung bewegten sich auch die Versuche von O. Veress in Klausenburg; erst Prof. Gabriel Lippmann in Paris gelang es im Jahre 1891, das Spektrum in seiner ganzen Länge in den natürlichen Farben in haltbarer Form photographisch wiederzugeben.

Bevor darauf näher eingegangen wird, muss hervorgehoben werden, dass bereits im Jahre 1868 W. Zenker eine theoretische Erklärung davon gegeben hatte, wie bei den Photographien von Seebeck und Anderen ein farbiges Bild zu Stande kommen könne.

Diese Erklärung Zenker's fusst auf der Wellentheorie des Lichtes. Nach derselben erfolgt die Ausbreitung des Lichtes durch wellenförmige Schwingungen des Aethers. Um sich diese vorzustellen, denke man an die Wellenbewegung des Wassers.

[1]) Vgl. *Vereinsblatt 1895. S. 41.*

Wird ein Stein in dasselbe geworfen, so geht von der Einwurfstelle eine Wellenbewegung aus. Jedoch nur die Bewegungsform schreitet fort, die einzelnen Wassertheilchen machen nur um ihre mittlere Lage auf- und niedergehende Bewegung, ein auf der Oberfläche schwimmendes Stückchen Holz wird aber durch das Fortschreiten der Wellenbewegung nicht von seinem Platze kommen, sondern nur auf und nieder tanzen. Die Bewegungsform schreitet fort, indem die Bewegung, welche in einem Augenblick von einem Theilchen ausgeführt wird, im nächsten Augenblicke das benachbarte Theilchen ergreift und so weiter. Anders ist es, wenn das Fortschreiten der Wellenbewegung einen Widerstand erfährt, indem durch Anprall an eine feste Wand die Bewegung gezwungen wird, zurückzugehen; die Wellen werden dann reflektirt und unter Umständen in sich selbst zurückgeworfen. Durch Zusammentreffen jeder Welle mit einer solchen reflektirten Welle summiren sich an bestimmten Punkten die Bewegungen der einzelnen Theilchen, während sie sich an anderen dazwischen liegenden aufheben. Es entstehen sogenannte stehende Wellen, bei welchen die Bewegungsform nicht mehr fortschreitet, sondern stets an denselben um je dieselbe Wellenlänge von einander entfernten Punkten vollständige Ruhe der einzelnen Theilchen vorhanden ist, während in der Mitte zwischen ihnen die Theilchen das Maximum der auf- und niedergehenden Bewegung ausführen.

Solche stehenden Wellen sind auch bei der Wellenbewegung des Lichtes denkbar. Nach Zenker's Erklärung kommen bei den Versuchen von Seebeck u. A. den auf die photographische Schicht treffenden Lichtwellen diejenigen Lichtwellen innerhalb der Dicke der Schicht entgegen, welche von der Oberfläche des weissen Papiers oder der Silberplatte reflektirt werden. Die so entstandenen stehenden Lichtwellen bewirken, dass in ihren Knotenpunkten, da dort Dunkelheit herrscht, keine Wirkung ausgeübt wird, während an den, je um eine halbe Wellenlänge von einander abstehenden Wellenbergen ein Maximnm von photographischer Wirkung stattfindet, also ein intensiver Silberniederschlag gebildet wird. In dieser Weise wird die Schicht in ihrer Dicke eingetheilt in eine grosse Anzahl dünner Blättchen, die je um dieselbe Wellenlänge des darauf fallenden Lichtes von einander entfernt sind. Eine Schicht von 0,05 *mm* Dicke würde also bei rothem Lichte etwa 140, bei violettem Lichte etwa 250 solcher dünner Blättchen enthalten.

Dass diese Ueberlegungen Zenker's richtig sind, hat Prof. Wiener durch folgendes Experiment in überzeugender Weise nachgewiesen. Er stellte eine photographische Schicht von einer Dicke her, welche $^1/_{30}$ der Wellenlänge des Natriumlichtes gleichkam, und bewirkte durch schiefen Durchtritt der Lichtstrahlen, dass die einzelnen Wellenbäuche, in denen das Maximum der photographischen Wirkung stattfindet, so weit auseinander gerückt wurden, dass sie deutlich erkennbar neben einander lagen.

Bei den Photographien, welche die von Zenker und Wiener bewiesene Beschaffenheit haben, entstehen nun beim Auffallen des Lichtes für das betrachtende Auge die Farben gerade so, wie in den dünnen Schichten einer Seifenblase, wie in den sogenannten dünnen Blättchen und bei den Newton'schen Farbenringen. Bei denselben findet eine Interferenz zwischen den direkt an der Oberfläche reflektirten Strahlen und denjenigen Strahlen statt, die in das Blättchen eingedrungen sind, an der Unterfläche zurückgeworfen werden und dann durch die Oberfläche wieder austreten. Diese beiden Strahlenarten verstärken sich, wenn die Dicke des Blättchens gleich der halben Wellenlänge des Lichtes ist. Es haben nun aber die durch stehende Lichtwellen in der photographischen Schicht entstandenen dünnen Schichten von einander gerade den Abstand der halben Wellenlänge, sodass also z. B. bei den durch rothe Strahlen erzeugten Schichtungen durch Interferenz von dem auffallenden und reflektirten Lichte gerade dasselbe Roth verstärkt wird, und so fort für jede Einzelfarbe. Es entsteht also überall beim Betrachten im auffallenden Lichte genau wieder diejenige Farbe, welche auf die photographische Schicht wirksam war.

Dass nun die Photographien von Seebeck u. A. nicht haltbar waren, hat darin seinen Grund, dass bei ihnen Silbersubchlorid ($Ag_2 Cl$) verwendet wurde, welches in Silberchlorid ($Ag Cl$) und metallisches Silber zerfällt. Das ausgeschiedene Silber durchsetzt aber die gesammte Schicht unregelmässig und schwärzt so auch diejenigen Theile, in welche die Knotenpunkte der stehenden Lichtwellen fielen, welche also vollständig glasklar sein sollen, damit die erforderliche regelmässige Schichtung zu Stande komme, ohne welche die Farben dünner Blättchen nicht entstehen können.

Lippmann hat nun nicht Silbersubchlorid, sondern das sonst auch zur Herstellung von Trockenplatten verwendete Jod- oder Bromsilber benutzt. Er hat aber

zwei Bedingungen dabei aufgestellt und erfüllt. Zunächst benutzte er eine möglichst kornlose Schicht, da die in den sonst üblichen Emulsionen befindlichen Körner von Dimensionen, die Vielfache der Wellenlänge des Lichtes sind, den ganzen Vorgang stören müssen. Sodann liess er die Schicht auf einem Quecksilberspiegel ruhen, welcher die Strahlen reflektirte und so die Entstehung stehender Wellen herbeiführte[1]).

Was das Verfahren selbst anbetrifft, so wendete Lippmann zunächst ein altes von Taupenot stammendes Kollodium-Verfahren an, ging aber dann zur Albuminlösung über. Auch Krone benutzte Eiweissplatten, aber anstatt eines Quecksilberspiegels begnügte er sich mit der Reflexion der Glasplatte, die er mit Sammt hinterkleidete. Lumière benutzte Bromsilbergelatineplatten, ebenso Valenta, der aber auch Chlorbromsilbergelatineplatten mit Vortheil anwendete, die er mit Pyrogall entwickelte. Zur Herstellung einer möglichst gleichmässig dünnen Schicht wird die übergossene Platte am besten auf eine Drehscheibe gelegt, sodass der Ueberschuss an Emulsion durch die Zentrifugalkraft entfernt wird.

Es ist zum Schluss noch eine Eigenschaft zu erwähnen, welche die Emulsion haben muss, wenn die Herstellung guter farbiger Bilder gelingen soll: sie muss nämlich für alle Theile des Spektrums gleich empfindlich sein. Denn Strahlen, welche überhaupt nicht von der Schicht absorbirt werden, können darin auch keine stehenden Wellen erzeugen. Alle Versuche müssen also zunächst darauf gerichtet sein, von einem Spektrum, sei es das der Sonne oder einer kräftigen elektrischen Lampe, ein vollkommen zusammenhängendes Bild zu erhalten, in welchem alle Farben in denselben Helligkeitsverhältnissen vertreten sind, wie sie dem Auge erscheinen. Es handelt sich also darum, durch Zusatz von Sensibilatoren die Empfindlichkeit der Platte bis ins Roth hinein zu bewirken. Valenta fand am besten zu diesem Zwecke geeignet ein Gemenge von Erythrosin- und Cyaninlösung. Es ist klar, dass erst nach vollständiger Beherrschung dieser Anforderung mit Erfolg an die Herstellung einer farbigen Photographie eines farbigen Gegenstandes gegangen werden kann, in welcher alle Mischfarben in natürlicher Weise wiedergegeben sind.

Die so hergestellten farbigen Photographien haben zweifellos ein grosses physikalisches Interesse, aber es darf nicht übersehen werden, dass es sich dabei immer nur noch um sehr schwierig herzustellende Einzelaufnahmen handelt, deren Vervielfältigung, wie wir es sonst in der Photographie gewöhnt sind, unmöglich ist.

Vereins- und Personen-Nachrichten.

Jessen-Feier.

Der Organisator und Direktor der I. Handwerkerschule zu Berlin, Herr Otto Jessen, wurde anlässlich seines 70. Geburtstages von Allen, auf die er durch seine Lebensarbeit befördernd und befruchtend eingewirkt hat, in ganz besonderer Weise gefeiert und geehrt. Auch der Berliner Zweigverein der D. G. f. M. u. O. brachte seine Huldigung dar, und zwar in Form eines Jessen-Fonds, dessen Ertrag zur Prämiirung von Schülern der Handwerkerschule bestimmt ist. Am 26. v. M., dem Geburtstage, überreichte eine Deputation des Zweigvereins, bestehend aus den Herren Handke, v. Liechtenstein und Blaschke, dem Jubilar in seiner Wohnung die Stiftungsurkunde, wobei Hr. Handke folgende Ansprache an ihn richtete:

Hochzuverehrender Herr Direktor Jessen!

An dem Tage, an welchem Sie das 70. Lebensjahr vollenden, ist es der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik Bedürfniss und eine Pflicht, Ihnen die herzlichsten Glückwünsche zu überbringen.

Mit hoher Freude und grosser Befriedigung haben wir Ihre erfolgreiche Thätigkeit für die fachliche Ausbildung der gewerblichen Jugend verfolgen dürfen. Auch unsere jungen Mechaniker haben Ihrer Fürsorge viel zu danken. Und diesen Dank empfinden nicht allein die jungen Leute, welche die Wohlthaten einer besseren Fachausbildung empfingen; nein, auch die Gesammtheit der deutschen Mechaniker und Optiker ist Ihnen für diese Verdienste zu Dank verpflichtet, und dieses mussten wir Ihnen heute aussprechen.

[1]) Der Vortragende zeigte hierbei vor: farbige Photographien des Spektrums von Hermann Krone und von dem niederländischen Hofphotographen Jul. v. Kolkow in Groningen, eine Landschaftsaufnahme von Lumière, sowie sehr gelungene Blumenaufnahmen von Jul. v. Kolkow, die allgemein grosses Interesse erweckten.

Wir wissen, mit welcher Theilnahme Sie, hochverehrter Herr Direktor, die Leistungen eines jeden Schülers überwachen und verfolgen, und wie Ihre gütige Fürsorge andrerseits von der Jugend mit Vertrauen erwidert wird.

Wir haben daher geglaubt, dass es Ihrem Empfinden entsprechen würde, wenn wir durch Gründung eines Jessen-Fonds dazu beitragen, besonders fleissige und strebsame Schüler zu belohnen. Wir haben die Ehre, Ihnen hiermit diese Urkunde zu überreichen. Wir bitten Sie, dieses kleine Zeichen der Verehrung für Sie und Ihr verdienstvolles Walten freundlich entgegen zu nehmen.

Die Urkunde, welche von Herrn Sack in kunstvoller Weise gemalt worden ist, hat folgenden Wortlaut:

Zum 70. Geburtstag des Direktors der I. Berliner Handwerkerschule, Herrn Otto Jessen, und um diesen, um die Fortbildung der gewerblichen Jugend hochverdienten Mann, zu ehren, überweist die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik, Abth. Berlin, der Fraunhofer-Stiftung den Betrag von dreihundert Mark als Grundstock zu einem Jessen-Fonds, mit der Bestimmung, dass aus seinen Zinserträgen alljährlich am 26. Dezember einem fleissigen Schüler der Handwerkerschule, in erster Linie einem jungen Mechaniker, und, wenn kein solcher vorhanden ist, einem fleissigen Schüler eines verwandten Gewerbes, eine Belohnung im Werthe von dreissig Mark, sei es in baarem Gelde oder in Form eines Unterrichtshülfsmittels gewährt werde.

Die Auswahl des Schülers und die Bestimmung über die zu ertheilende Belohnung steht dem jedesmaligen Direktor der I. Berliner Handwerkerschule zu.

So lange der Jessen-Fonds noch nicht diejenige Höhe erreicht hat, dass seine Zinsen den Betrag von dreissig Mark erreichen, stellt die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik, Abth. Berlin, zu vorgedachtem Zwecke dem Direktor der I. Berliner Handwerkerschule alljährlich dreissig Mark zur Verfügung. Zur Beglaubigung dessen ist diese Urkunde ausgefertigt worden.

Berlin, den 26. Dezember 1896.

Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik, Abth. Berlin.

Der Vorstand.

(Folgen die Namen.)

In seiner Erwiderung gedachte Herr Jessen der Verdienste seiner Mitarbeiter, insbesondere der Herren Szymański und Hrabowski; er sei ihm besonders dankenswerth, dass die D. G. die Form einer Stiftung gewählt habe, denn er habe immer seine Aufgabe darin gesehen, seine Schüler nicht nur zu belehren, sondern auch zu erziehen und materiell zu fördern, gerade nach dieser Richtung sei ihm in Berlin stets die grösste Unterstützung zu Theil geworden, nicht zum mindesten durch die D. G. und ihren nur leider zu früh verstorbenen Vorsitzenden Loewenherz, „den wir Alle, ich möchte sagen tagtäglich, schmerzlich vermissen."

Bei der öffentlichen Feier, welche am 8. d. M. in der Philharmonie eine überaus grosse Zahl von Lehrern und Schülern der Handwerkerschule, von Freunden und Verehrern Jessen's, darunter sehr viele Mitglieder unseres Vereins, versammelte, sprach wiederum Hr. Handke im Namen der D. G.; er feierte, im Anschluss an die von der Tagesklasse für Elektrotechnik veranstaltete elektrische Dekoration des Festraumes, Hrn. Jessen als den, der Licht in die Köpfe der deutschen Mechaniker gebracht habe. Ueber den Verlauf dieser eigenartigen und in jeder Beziehung gelungenen Feier dürften unsere Leser bereits aus den Tagesblättern unterrichtet sein.

Ueber den Lebensgang Jessen's theilt das *Hamb. Fremdenblatt* folgendes mit:

Otto Jessen wurde am 26. Dez. 1826 in Schleswig als Sohn des dirigirenden Arztes der dortigen Landesirrenanstalt geboren; er besuchte die Schule seiner Vaterstadt, bildete sich nach deren Absolvirung bei einem Landmesser weiter aus und studirte alsdann in Berlin die Ingenieurwissenschaften, speziell Geodäsie. Nachdem er an dem unglücklichen Schleswig-Holsteinischen Freiheitskriege 1859 Theil genommen, beschloss er, sich der Fortbildung der gewerblichen Jugend zu widmen. Er errichtete in Altona eine polytechnische Schule, die er unter grossen Schwierigkeiten zu hoher Blüthe brachte und bald nach Hamburg verlegte. Hier wurde er 1864 zum Direktor der vom Senat neu errichteten allgemeinen Gewerbeschule ernannt; dieses Institut, mit 200 Zöglingen eröffnet, zählte nach wenigen Jahren bereits mehr als 2000 Schüler; es wirkte vorbildlich für viele ähnliche Institute, die in damaliger Zeit in allen Theilen Deutschlands gegründet wurden. Im Jahre 1880 wurde Jessen nach Berlin berufen, um dort eine Handwerkerschule einzurichten und zu leiten. Was diese Schule im Besonderen für unser Fach geleistet hat, darüber hat Hr. Prof. Dr. Szymański auf dem letzten Mechanikertage berichtet (vgl. *Vereinsblatt 18[illegible] S. 198)*, und wir dürfen es uns umsomehr versagen, heute nochmals darauf zurückzukommen, als dieser Vortrag in

den folgenden Nummern ausführlich abgedruckt werden wird.

D. G. f. M. u. O. Zweigverein Berlin. Hauptversammlung vom 5. Januar 1897.

Nachdem der Schriftführer, Herr Blaschke, den Jahresbericht[1]) und der Schatzmeister, Herr Handke, den Kassenbericht erstattet haben, findet unter Leitung von Herrn P. Görs die Wahl des Vorstandes für 1897 statt. Das Ergebniss ist folgendes: *Vorsitzende:* W. Handke, Prof. Dr. A. Westphal, Fr. Franc v. Liechtenstein; *Schriftführer:* A. Blaschke, W. Haensch; *Schatzmeister:* G. Hirschmann; *Archivar:* H. Schmidt; *Beisitzer:* J. Faerber, P. Görs, Dr. St. Lindeck, B. Pensky. Nachdem Herr Handke den Vorsitz wieder übernommen hat, werden in den Vorstand des Hauptvereins entsandt die Herren: Kommerzienrath P. Dörffel, W. Handke, B. Pensky, P. Stückrath.

Bl.

D. G. f. M. u. O. Zweigverein Hamburg-Altona. Sitzung vom 5. Januar 1897. Vorsitzender: Herr Dr. Krüss.

Herr Jean Dennert spricht über Libellenjustirung. Nach Hervorhebung der allgemeinen Eigenschaften der Libelle führt er eine Anzahl von Vorrichtugen vor, welche in mehr oder minder vollkommener und bequemer Weise die Einstellung der Libelle zu der mit ihr korrespondirenden Umdrehungsachse oder der ihr zugehörigen Oberfläche eines Instrumentes ermöglichen, wobei er als an den Instrumenten der Firma Dennert & Pape bewährt die Wirkung einer in gleicher Richtung mit der Libellenachse auf den mit einer schiefen Ebene versehenen Libellenstöpsel drückenden Schraube sehr empfahl.

Derselbe berichtete dann über verschiedene Methoden der zentrischen Befestigung von Instrumenten auf Stativen und der Vermeidung des früher üblichen Hakens. Die Ausführungen wurden durch Abbildungen und Zeichnungen erläutert.

Hierauf führte Herr Fentzloff Probestücke von schmiedbarem Eisenguss und Grauguss der Eisenhüttenwerke Schönheiderhammer von Carl Edler von Querfurth vor. Der namentlich für die Feinmechanik in Betracht kommende Grauguss zeichnet sich durch grosse Sauberkeit aus; er ist sehr dicht und ganz ohne Löcher, ohne sichtbare Gussnaht und Anguss und kann ohne irgend welche Bearbeitung lackirt werden. Die Muster fanden grossen Beifall und es wurde die Aussicht mit Freude begrüsst, dass hierorts eine Filiale der Giesserei errichtet werde.

Derselbe zeigte zum Schluss noch Proben von Karborundumpapier vor, welches er für sehr brauchbar befunden hat. *H. K.*

[1]) Der Jahresbericht wird in der nächsten Nummer des Vbl. veröffentlicht werden.

Kleinere Mittheilungen.

II. Kraft- und Arbeitsmaschinen-Ausstellung München 1898.

Die Einladungen zur Betheiligung an der Ausstellung, sowie das Programm, die Bestimmungen für die Aussteller und das Formular zur provisorischen Anmeldung sind nunmehr an die Maschinenfabrikanten Deutschlands, Oesterreich-Ungarns und der Schweiz versandt. Interessenten, welche diese Drucksachen nicht empfangen haben, können sich bei ihrer zuständigen Handelskammer oder bei den deutschen Konsulaten Einsicht in dieselben verschaffen oder deren Zusendung vom Ausstellungsbureau (München, Färbergraben 1½) verlangen. Der Termin für die Einreichung der provisorischen Anmeldungen läuft bis 1. März 1897. Aus allen Theilen Deutschlands, Oesterreich-Ungarns und der Schweiz sind schon jetzt die provisorischen Anmeldungen sehr zahlreich eingelaufen; auch seitens der amerikanischen, belgischen, englischen, französischen und italienischen Industriellen und technischen Korporationen steht die regste Betheiligung in Aussicht. Die bisher eingegangenen Zeichnungen zum Garantiefonds sind sehr namhaft, sodass die Ausstellung auch gegen unvorhergesehene und unwahrscheinliche Ereignisse finanziell gesichert ist.

Bücherschau.

Das Löthen des Bleies. Eine Schule für Bleilöther u. s. w. Von Carl Richter, Ingenieur. XV u. 250 S. mit 228 Abbildungen. Wien, Pest, Leipzig. A. Hartlebens Verlag. Geh. 4,50 *M.*

Das Buch ist mit Sachkenntniss geschrieben und enthält manche technischen Kunstgriffe, welche vielleicht in der Akkumulatorentechnik verwendet werden können. Die erschöpfende Uebersicht über Gasometerkonstruktionen und ein kurzer Abschnitt über elektrische Löthverfahren mag besonders hervorgehoben werden. Wie manche andere Bücher des Hartlebenschen Verlages ist das vorliegende überreich mit Figuren ausgestattet, von denen ein Theil entbehrlich ist; wie ein gewöhnlicher Hammer oder eine Holzsäge, Zeichendreieck, Zirkel, Schmiege u. s. w. aussieht, darf in einem für Techniker bestimmten Buch als bekannt vorausgesetzt werden. *G.*

Patentschau.

Mit Zeigern ausgestattete astronomische Karte zur Lösung astronomischer Aufgaben. F. Topič in Prag. 4. 1. 96. Nr. 88758. Kl. 42.

Auf einer durch Zentralprojektion aus dem Erdmittelpunkte auf eine die Himmelskugel im Pole tangirende Ebene hergestellten und an ihrem Umkreis mit der Tageseintheilung versehenen Himmelskarte ist ausser einem um die Projektion der Himmelsachse drehbaren und mit einem verstellbaren Arm sowie mit einer verstellbaren Spitze versehenen radialen Zeiger noch ein um die Zenithprojektion drehbarer Zeiger angebracht, um mit Hülfe der mit Tageseintheilung versehenen Ekliptik, einer mit Gradeintheilung versehenen Horizontalen und eingezeichneter Kurven praktische Aufgaben der sphärischen Astronomie unmittelbar ohne weitere Hülfsmittel lösen zu können. Im Mittelpunkt dieser astronomischen Karte kann ein verschiebbarer Arm zur Herstellung einer horizontalen oder vertikalen Sonnenuhr angebracht werden. Die Karte kann ferner in einer kreisrund ausgeschnittenen, an ihrem Umfang mit Ortsbezeichnungen versehenen Platte derart angeordnet sein, dass sie um ihren Mittelpunkt drehbar ist und für jede Einstellung relative Zeitbestimmungen unmittelbar und ohne Zeiger vorzunehmen gestattet.

Vorrichtung zur Summirung der Ausschläge frei schwingender Zeiger von Messgeräthen. Siemens & Halske in Berlin. 29. 2. 1896. Nr. 88180. Kl. 21. (II. Zusatz z. Pat. Nr. 75502 u. I. Zus. z. Pat. Nr. 85661.)

Um das Schleifen des Mitnehmers auf dem Kuppelungsrade und die damit verbundene Abnutzung zu vermeiden, wird der Zeiger *z* so lange in seiner Nulllage gehalten, bis das schwingende Antriebsmittel seinen Rückgang vollendet hat. Dieses Festhalten geschieht gemäss

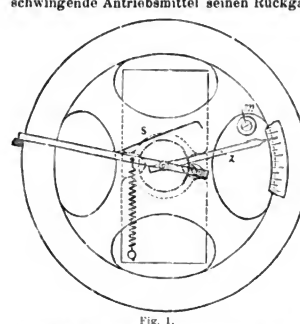


Fig. 1.

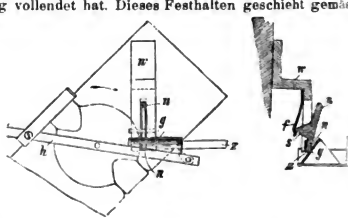


Fig. 2.

Fig. 1 durch einen Magneten *m* so lange, bis der Stösser *s* den Zeiger *z* kurz vor der Richtungsänderung der Unruhe wieder fortstösst. Fig. 2 zeigt eine Zeigerzurückhaltung, die auf mechanischem Wege vor sich geht. Der Zeiger *z* wird hierbei an einem Winkelstück *w* festgeklemmt, indem die den Zeiger *z* zurückführende Vorrichtung *h* sich mit einer schrägen Fläche *g* auf eine von zwei Nasen *n* eines Doppelkeiles schiebt. Die Freigebung geschieht durch Druck auf die andere Nase *n*. Der Doppelkeil wird dadurch in zwei Grenzlagen gehalten, dass eine an ihm befindliche Schneide *s* einmal in die Ausbiegung einer Feder *f* einschnappt und dann beim Rückgange der Unruhe aus derselben wieder ausgeklinkt wird.

Klemme, deren Klemmdruck durch Wärmedehnung nicht beeinflusst wird. Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert & Co. in Nürnberg. 24. 3. 96. Nr. 88810. Kl. 21.

Bei dieser Klemme, welche vorzugsweise für Kohlenstäbe Verwendung finden soll, wird eine Aenderung des Druckes infolge von Erwärmung durch die ungleiche Ausdehnung zweier Metalle verhindert.

Vorrichtung zum kontinuirlichen Anzeigen der Dichtigkeits-Verhältnisse von Gasen und Gasgemischen. O. Krell in Nürnberg. 10. 8. 1896. Nr. 88188. Kl. 42.

Die Vorrichtung besteht aus zwei aufrechten, an den oberen Enden mit einander verbundenen Röhren, die an der Verbindungsstelle mit einem gemeinsamen Absaugerohr versehen sind und mit einem Präzisionsdifferenzmanometer in Verbindung stehen. Durch letzteres wird der Unterschied der Dichtigkeiten der durch die aufrechten Röhren kontinuirlich hindurchströmenden Gase angegeben.

Teleskopartig zusammenschiebbares Dreibein mit selbstthätiger Lösung der Rohrverbindung beim Zusammenschieben. C. Chorretier in Lyon, Frankr. 20. 3. 96. Nr. 88940. Kl. 42.

Die einzelnen Rohrstücke werden durch Schnäpper in der Weise zusammengehalten,

dass durch Einschieben eines Rohrstückes die Verbindung des nächsten Rohres mit dem drittfolgenden gelöst wird, und zwar, indem die obere Kante des ersten Rohres gegen eine an dem nächsten Rohrstück befindliche zu dem Schnappverschluss gehörende schiefe Fläche stösst.

Reissschiene mit verstellbarem Anschlagkopf. J. Granz in Zürich und Joh. Granz in Meissen, Sachsen. 9. 7. 1896. Nr. 88300 Kl. 70.

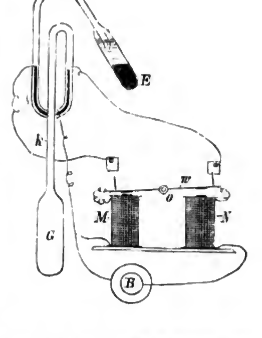
Mit einer mit dem Schienenkopf *A* lose verbundenen Anschlagschiene *a* sind um Zapfen *c* drehbare, kreisbogenförmige Zahnstangen *d* verbunden, die sich im Schienenkopf *A* verschiebbar bewegen können und mittels Sperrkegels *e* und Federn *f* in der Stellung festgehalten werden.

Eine in Einsätzen *k* des Schienenkopfes verschiebbare Zunge *i* mit Nonius kann mittels Stellschrauben *h* gegen die Theilung der Einsätze *k* verschoben werden zwecks genauer Einstellung der Schiene um viertel, halbe u. s. w. Grade.

Vorrichtung zur Bestimmung des Flächeninhalts von Brettern. G. Bendix in Landsberg a. W. 24. 11. 95. Nr. 88938. Kl. 42.

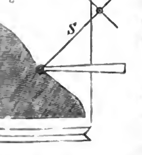
Eine Walze mit einer Anzahl den Brettlängen entsprechenden Zahlenreihen ist in einem zur Messung der Brettbreite nach Zentimetern getheilten Gehäuse so gelagert, dass die einer bestimmten Länge entsprechenden Flächeninhalte verschieden breiter Bretter vor einem Längsspalt des Gehäuses gleichzeitig sichtbar werden. Diese Zahlenwalze wird nach Maassgabe der jeweiligen Bretterlänge eingestellt.

Vorrichtung zum Fernmelden der Temperatur. L. Ehmann und H. Obermayer in Wien. 22. 10. 1895. Nr. 87838. Kl. 42.



Ein aus dem Thermometergefäss *G*, der Kapillare *k* und dem mit zwei Flüssigkeiten (Quecksilber und Alkohol oder dergl.) gefüllten Gefäss *E* bestehenden Apparat, in welchem drei Platindrähte eingeschmolzen sind, ist mit zwei Elektromagneten *M* und *N* derart in Verbindung gebracht, dass bei Temperaturveränderungen und der dadurch bedingten Verschiebung des Quecksilberfadens in der Kapillare *k* die Stromleitung zu dem einen Magneten (*M* in der Zeichnung) unterbrochen, diejenige zu dem anderen Magneten geschlossen wird. Es findet also immer ein Selbstunterbrechen des elektrischen Stromes und gleichzeitig das Schliessen eines anderen Stromweges statt, durch welchen der Strom bei entgegengesetzter Verschiebung des Quecksilberfadens geleitet wird.

Die Vorrichtungen zum Melden oder Regeln der Temperatur sind mit der Achse *o* des als Doppelhebel ausgebildeten Ankers *w* verbunden.

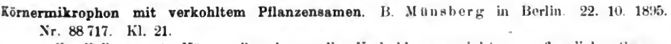


Das ausser dem Alkohol oder dergl. in dem Gefäss *E* befindliche Quecksilber dient zur Aenderung der Länge des Quecksilberfadens in der Kapillare *k*.

Diese Vorrichtung unterscheidet sich von ähnlichen Vorrichtungen dadurch, dass nur für einen Augenblick ein Stromschluss entsteht, der selbstthätig sofort wieder unterbrochen wird.

Führung der Mess- oder Zählrolle an Instrumenten. Ch. Hamann in Friedenau b. Berlin. 11. 6. 1895. Nr. 88223. Kl. 42.

Zur Führung der Mess- oder Zählrolle eines integrirenden Instrumentes wird ein gleichschenkliges Schubkurbelgetriebe benutzt. Dieses ist in der Figur, die die Anwendung bei einem Dampfmaschinen-Indikator darstellt, mit *K S* bezeichnet. Die Rolle *R* misst im vorliegenden Falle den Inhalt des auf dem Zylinder *C* entstehenden Diagramms.


Körnermikrophon mit verkohltem Pflanzensamen. B. Münsberg in Berlin. 22. 10. 1895. Nr. 88717. Kl. 21.

Zur Füllmasse für Körnermikrophone sollen Verkohlungsprodukte von pflanzlichen Samen, wie Raps, Senfsamen und dgl., verwendet werden.

Mechanisch wirkender Gesprächszähler für Fernsprech-Vermittelungsämter. R. Stock & Co in Berlin. 28. 4. 1895. Nr. 88 606. Kl. 21.

Die beim Einführen des Stöpsels hochgehobene Feder der Abfrageklinke wirkt unter Vermittelung eines Hebels direkt auf das gezahnte Rad des Zählers ein, wobei die Feder in eine erste Einkerbung des Abfragestöpsels einschnappt. Beim Weiterführen des Stöpsels tritt die Feder in eine zweite Einkerbung und die Stöpselspitze an die zurückliegende Feder für die Kontrolleitung.

Erweist sich hierbei die Theilnehmerleitung als besetzt, so wird der Stöpsel nur soweit zurückgezogen, dass die Feder wieder in die erste Einkerbung gelangt, wobei die Zählung nicht stattfindet. Der Theilnehmer kann also nochmals anrufen, bezw. sich später verbinden lassen, ohne doppelte Taxe zu zahlen.

Patentliste.

Bis zum 4. Januar 1897.

Anmeldungen.

Klasse:

21. S. 9263. Schaltvorrichtung für elektrische Messinstrumente. Siemens & Halske, Berlin. 25. 2. 96.

S. 9732. Verfahren, um astatische Galvanometer von den Störungen des erdmagnetischen Feldes unabhängig zu machen. Siemens & Halske, Berlin. 2. 9. 96.

42. M. 13061. Teleskopartig zusammenschiebbarer Opernglashalter mit Stellvorrichtung für das Opernglas. J. Murphy, O. F. Engwall und Ch. A. Tiden, Chicago. 14. 7. 96.

L. 10360. Reissfeder. F. Lutterberg, Mittweida. 29. 4. 96.

M. 13072. Theilmaschine für astronomische Kreise, Theilräder und dgl. G. Meissner, Berlin. 18. 7. 96.

49. U. 1155. Drehherz mit versetzbarer Druckschraube. A. Unthal u. A. Kratz, München. 15. 8. 96.

Sch. 11832. Selbstthätiges Spannfutter. M. Schluss, Magdeburg-Buckau. 17. 8. 96.

R. 9975. Maschine zum Hobeln von ebenen, runden und konischen Flächen, sowie von Keilnuthen in Scheiben, Rädern oder Wellen. H. Reich, Rendsburg. 18. 12. 95.

57. M. 12090. Vorrichtung zur Aufnahme und Projektion von Reihenbildern. P. Müller, Köln a. Rh. 24. 8. 95.

67. V. 2663. Maschine zum Rundschleifen von roh vorgearbeiteten Metall- oder Stahlkugelkörpern. J. Vorraber, Erfurt. 23. 6. 96.

B. 19747. Verfahren zur Herstellung gekörnten Stahlmaterials für Schleif- und Schneidezwecke. Backhaus & Langensiepen, Leipzig-Plagwitz. 14. 10. 96.

70. G. 10518. Vorrichtung zum Vorzeichnen von Ellipsen auf dem Reissbrette. G. Grund, Berlin. 20. 4. 96.

M. 12927. Reissnagel. C. W. Motz & Co., Schöneberg b. Berlin. 26. 5. 95.

H. 17417. Zeichenwinkel. H. Helbig, München. 8. 6. 96.

74. M. 12080. Anordnung bei elektrischen Alarmthermometern. E. Mann, London. 21. 8. 95.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 90554. Wechselstromzähler. The Westinghouse Electric Company Limited, Westminster, Engl. 1. 1. 95.

42. Nr. 90594. Schiffskompass. A. W. Horsbrugh, London. 15. 3. 96.

Nr. 90647. Pneumatischer Kompensationspegel mit kegelförmigem Ansatz an der Luftleitungsröhre. W. Seibt, Berlin-Grunewald. 25. 4. 96.

Nr. 90690. Umkehrsystem für terrestrische Fernrohre. Voigtländer & Sohn, Braunschweig. 23. 1. 96.

49. Nr. 90685. Vorrichtung zum Sägen oder Feilen von Kegelrädern. A. Sukkan, Berdjansk, Süd-Russland. 30. 6. 96.

Nr. 90704. Dorn zum Hinterdrehen von Fräsern. A. Paul, Chemnitz. 1. 10. 95.

Nr. 90361. Theilscheibe mit biegsamem, die Theilung tragendem Metallband. P. Valerius, Düsseldorf. 21. 1. 96.

Nr. 90548. Maschine zur selbstthätigen Herstellung von Schrauben u. dgl. G. Siewerdt & Co., Oerlikon, Schweiz. 17. 12. 95.

Nr. 90386. Drehbank zum Schneiden von Gewinden. H. Götzen, Bruckhausen a. Rh. 10. 4. 96.

57. Nr. 90665. Rouleauverschluss. J. B. Irving, Carlisle, Engl. 25. 4. 96.

Nr. 90329. Magazin-Wechselkassette. L. Disclyn u. L. Gaumont, Paris. 2. 6. 96.

Nr. 90399. Momentverschluss mit regulirbarer Schlitzbreite. R. Krügener, Bockenheim-Frankfurt a. M. 22. 12. 95.

Nr. 90482. Photographisches Objektiv. Voigtländer & Sohn, Braunschweig. 22. 5. 95.

67. Nr. 90318. Verfahren und Einrichtung zum Abrichten von Schleifsteinen. K. Kretschmann, Berlin. 19. 4. 96.

72. Nr. 90530. Quadrantenvisir. H. Pieper, Lüttich. 15. 7. 96.

83. Nr. 90616. Elektrisch betriebene Schlaguhr. H. Perrot, Calw, Württ. 27. 6. 96.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 3. **1. Februar.** **1897.**

Die Fachschule für Mechaniker und die Tagesklasse für Elektrotechnik an der I. Handwerkerschule zu Berlin.

Vortrag,

gehalten auf dem VII. Mechanikertage am 14. August 1896

von

Prof. Dr. **P. Szymański** in Berlin.

Meine Herren! Vom Vorstande des Berliner Zweigvereins der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik aufgefordert, bei Gelegenheit des Mechanikertages in Berlin einige Mittheilungen über die an der I. städtischen Handwerkerschule zu Berlin bestehende „Fachschule für Mechaniker“ zu machen, halte ich mich für berechtigt, Sie bitten zu dürfen, mir Ihre Aufmerksamkeit für die Erörterung der Ziele und der Einrichtung der genannten Schule, für die Darlegung des Umfanges und der Methode des Unterrichts an derselben schenken zu wollen. Dabei darf ich aber die jüngere Schwesterschule derselben, die „Tagesklasse für Elektrotechnik“, nicht unerwähnt lassen, da beide Einrichtungen dem Prinzip nach dasselbe Ziel befolgen, den Präzisions- und Elektro-Mechaniker-Gehülfen Stätten der theoretischen Ergänzungsbildung darzubieten, und beide eine Ueberbrückung der Praxis und der Theorie erstreben. Ich bemerke aber, dass es keineswegs meine Absicht ist, die Wichtigkeit solcher Schulen, den Plan derselben, die Ziele und Methoden des Unterrichts im Allgemeinen zu erörtern und nach allgemeinen Prinzipien zu begründen; die Wichtigkeit folgt aus dem durch die Erfahrung bestätigten Bedürfnisse; über den Umfang der Unterrichtsfächer und die Methoden des Unterrichts lässt sich zwar allgemein disputiren, aber keine Einigung erzielen, die Erfahrung und die Erfolge müssen hierbei entscheidend sein. Ich beabsichtige Ihnen nur ein skizzenartiges Bild des Bestehenden vorzuführen, wie es sich auf Grund theoretischer Erwägungen aufgebaut und allmählich nach gesammelten Erfahrungen entwickelt hat, in der Hoffnung, dass diese Darlegung einen kleinen Beitrag zu der allgemeinen Frage der Existenzberechtigung resp. Nothwendigkeit solcher Schulen und zur Aufstellung eines den Zielen entsprechenden Planes liefern dürfte. Ich glaube aber auch bei objektiver Darstellung der Thatsachen die Gesichtspunkte und Gründe anführen zu müssen, welche bei der Einrichtung, Entwickelung und Erweiterung unserer Schule leitend gewesen sind, ohne jegliche Kritik ihrer Stichhaltigkeit, lediglich als stattgehabte Thatsachen.

Ehe ich den Plan und die Methodik des Unterrichts bespreche, wird es wohl richtig sein, zunächst in aller Kürze einige geschichtliche Notizen, wenn man überhaupt von der Geschichte einer seit 11 Jahren bestehenden Einrichtung sprechen kann, mitzutheilen. — Bald nach der Begründung der durch Direktor O. Jessen organisirten städtischen Handwerkerschule, die den Lehrlingen und Gehülfen verschiedener Gewerbe Gelegenheit darbot, zunächst hauptsächlich in den Sonntags- und Abendkursen durch Fachzeichenunterricht und Unterricht in den dem jedesmaligen Beruf entsprechenden Hülfswissenschaften, wie Mathematik, Physik, Mechanik, Chemie, Rechnen und Buchführung, ihre theoretische Ausbildung zu ergänzen und zu erweitern, wurden für die Winter-Semester besondere Tagesklassen für Maler, Bauhandwerker und Tischler eingerichtet, in denen sich die Gehülfen der betreffenden Gewerbe im Unterricht an Wochentagen noch weitergehende fachliche Ausbildung aneignen konnten. Gerade diese Tagesklassen hatten die Aufmerksamkeit der interessirten Kreise auf sich gelenkt und gaben auch den Berliner Repräsentanten des Gewerbes der Präzisions-Mechanik und -Optik Veranlassung,

eine ähnliche Stätte der theoretischen Ausbildung der Mechaniker-Gehülfen anzuregen und zur Ausführung zu bringen. Gestatten Sie, dass ich Ihnen das diesen Gegenstand betreffende von den Vertretern der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik in Berlin und anderen sich für die Sache interessirenden Herren damals ausgearbeitete Memorandum vorlese.

„Im verflossenen Winter-Semester ist in der Berliner Handwerkerschule zu den Tagesklassen für Maler und Bauhandwerker eine Tagesklasse für Tischler hinzugekommen. Dass Maler und Bauhandwerker im Winter eine Tagesklasse besuchen, ist nicht zu verwundern, da sie in dieser Jahreszeit wenig oder gar keine Arbeit haben Anders verhält es sich aber mit den Tischlern, die doch im Winter ebenso gut wie im Sommer Gelegenheit haben, durch Arbeit Geld zu verdienen. Und es drängt sich unwillkürlich die Frage auf, ob eine Tagesklasse für Mechaniker nicht denselben Erfolg haben würde, als die für Tischler. Auch unter den Mechanikern dürfte es wohl in einer so grossen Stadt wie Berlin ebenso wie unter den Tischlern eine genügende Anzahl solcher Gehülfen und Volontaire geben, welchen die Gelegenheit, eine längere Zeit hintereinander ausschliesslich auf ihre fachwissenschaftliche Ausbildung zu verwenden, willkommen sein würde.

Die Tagesklasse für Tischler wurde mit 10 Schülern eröffnet und hatte im letzten Monat bereits 22 Schüler, welche alle, mit Ausnahme von zweien, Gehülfen waren. Es wurden täglich in der Tagesklasse sechs Stunden Unterricht ertheilt. Bei Einrichtung der Klasse setzte man aber voraus, dass die Schüler auch noch täglich die Abendklassen in der Handwerkerschule (4 Stunden) besuchen würden. Diese Voraussetzung hat sich auch bestätigt, sodass die Schüler der Tagesklasse im Ganzen zehn Stunden Unterricht genossen haben.

Es liegt in der Absicht des Leiters der Berliner Handwerkerschule, dass allmählich, wie dies in Hamburg in der „Allgemeinen Gewerbe-Schule“ bereits geschehen ist, soweit es möglich ist, Tagesklassen für alle Fächer des Handwerks eingerichtet werden sollen. Mit den Tischlern hat man jedenfalls deshalb den Anfang gemacht, weil sie am zahlreichsten in der Handwerkerschule vertreten sind. Ganz abgesehen davon, dass der Mechaniker mehr theoretische Kenntnisse als der Tischler und jeder andere Handwerker nöthig hat, müsste nun zunächst die Tagesklasse für Mechaniker eingerichtet werden, weil die Zahl der Mechaniker in der Handwerkerschule nach der der Tischler die nächstgrösste ist.

Auf den Rath des Direktors O. Jessen sollte die Frage vom Mechaniker-Verein beim Kuratorium der Handwerkerschule angeregt werden, und die Herren Regierungsrath Loewenherz, Bamberg, Fuess und andere Herren, welche bei der vorläufigen Besprechung anwesend waren, haben beschlossen, die Sache im Verein zur Sprache zu bringen.

Wenn man bedenkt, dass jeder junge Mensch heutzutage 8 bis 10 Jahre eine Schule besucht hat, um sich die nöthige allgemeine Bildung anzueignen, ferner 4 Jahre gebraucht hat, um seine Lehrzeit zu absolviren, also im Ganzen 12 bis 14 Jahre gebraucht hat, um sich zum Mechanikergehülfen auszubilden, so ist die Zumuthung, die an einen strebsamen Mechanikergehülfen gestellt wird, noch ein weiteres halbes Jahr auf die Vervollkommnung in seinem Fache anzuwenden, wohl keine zu starke. Das Bedürfniss einer tüchtigen theoretischen Bildung ist für den Mechaniker in eben so grossem Maasse vorhanden, wie für den Maschinenbauer und Techniker. Die Mechanik ist heutzutage ebenso vielseitig wie die Maschinentechnik. Wer sich zum konstruirenden Mechaniker ausbilden will, hat daher ebenso viel theoretische Kenntnisse nöthig wie der Techniker. Die ihm nöthige Instrumentenkunde ist gewiss nicht weniger umfangreich, als die dem Techniker nöthige Maschinenlehre. Wenn nun der höhere Techniker auf seine Ausbildung eine Studienzeit von 4 Jahren verwenden muss, so wird an einen solchen Mechanikergehülfen, der Justirer und Werkführer werden will, wohl die Anforderung gestellt werden können, dass er ein halbes Jahr ausschliesslich auf seine theoretische Vervollkommnung verwendet.

Der am Sonntage und an den Abenden ertheilte Unterricht ist wohl für den Lehrling ausreichend, der zunächst nichts weiter werden will, als ein tüchtiger Gehülfe, nicht aber für einen Mechanikergehülfen, der ein tüchtiger Justirer, Werkführer oder Meister werden will.

Alle Abendstunden können in vielen Fällen von Mechanikergehülfen, welche den Tag über in der Werkstatt arbeiten, gar nicht benutzt werden. Der Gehülfe hat sich besonders in den ersten Jahren den Tag über viel und mehr anzustrengen, als der Lehr-

ling und ist in Folge dessen weniger als der Lehrling geneigt, sich in den Abendstunden geistig anzustrengen. Es kommt selten vor, dass ein Gehülfe in seinem ersten Gehülfen jahr sich an einem Abendkursus der Handwerkerschule betheiligt. Junge Leute, die als Lehrlinge an den Abendkursen theilgenommen haben, melden sich, sobald sie Gehülfen geworden sind, fast immer für die Sonntagsklasse an. Ferner hat der Gehülfe häufig länger als 10 Stunden am Tage zu arbeiten und kann deshalb den Unterricht des Abends garnicht benutzen. Der Gehülfe ist also in Betreff der Möglichkeit, sich auszubilden, dem Lehrling gegenüber im Nachtheil.

Dem Wunsche der Mechaniker-Meister, deren Söhne Mechaniker geworden sind, würde es gewiss sehr entsprechen, wenn diesen die Gelegenheit geboten würde, in einer Tagesklasse für Mechaniker sich eine Zeit lang ausschliesslich theoretischen Studien widmen zu können. Ueberhaupt würde vielen Gehülfen und Volontairen, denen es an Mitteln, sich eine Zeit lang selbst unterhalten zu können, nicht fehlt, mit einer Tagesklasse sehr gedient sein. Dafür spricht die Thatsache, dass derartige Gehülfen und fast alle Volontaire bis jetzt die technische Hochschule besuchen, obwohl aus folgenden Gründen bezweifelt werden kann, dass die technische Hochschule die für sie geeignete Fortbildungsanstalt ist. Die wenigsten Gehülfen, die Volontaire nicht ausgeschlossen, besitzen die mathematischen Vorkenntnisse, welche nöthig sind, um dem Unterricht an der Hochschule folgen zu können.

Diejenigen, welche von dem Besuche der Hochschule einen wirklich guten Erfolg haben wollen, müssten dieselben mindestens 3 bis 4 Jahre besuchen, da mindestens 1 Jahr dazu erforderlich ist, sie mit der höheren Mathematik vertraut zu machen. Die Kosten eines mehrjährigen Besuchs der technischen Hochschule stehen für einen Mechaniker nicht in dem richtigen Verhältnisse zu dem Nutzen, den er für sein spezielles Fach davon hat.

Schliesslich ist noch zu beachten, dass die Mechaniker-Gehülfen, besonders in der neuesten Zeit, wohlhabenderen Ständen angehören, als andere Gehülfen.

Der Unterrichtsplan der Tagesklasse für Mechaniker müsste erst festgestellt werden. Ausser den Kursen, die in der Handwerkerschule für Mathematik, Physik, Mechanik, Zeichnen etc. bestehen, dürften noch einige andere Kurse (die bis jetzt noch nicht bestehen) z. B. besondere Kurse für Fachzeichnen (Entwerfen), Werkzeuglehre, Instrumentenkunde neu eingeführt werden müssen."

Nachdem ein vorläufiger Plan entworfen worden, richtete die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik an das Kuratorium der Handwerkerschule ein Gesuch, um die Einrichtung einer Tagesklasse für Mechaniker an der Handwerkerschule einzuleiten, welches Dank der Bereitwilligkeit der städtischen Behörde, im besonderen des Vorsitzenden des genannten Kuratoriums Herrn Geh. Rath Prof. Dr. Bertram mit Erfolg gekrönt wurde. So wurde im April 1885 die Fachschule mit einem halbjährigen Kursus ins Leben gerufen, in deren Programm der Unterricht auf 36 wöchentliche Stunden festgesetzt war, und zwar mit folgenden Unterrichtsfächern:

1.	Mathematik	5	Stunden wöchentlich,
2.	Physik	5	- -
3.	Mathematisch-physikalische Uebungen	3	- -
4.	Mechanik	3	- -
5.	Instrumentenkunde	4	- -
6.	Technologie	2	- -
7.	Zeichnen und Entwerfen von Instrumententheilen und Instrumenten . .	14	- -

Der Unterricht sollte weiter ergänzt werden durch Exkursionen nach wissenschaftlichen Instituten, Werkstätten, Fabriken u. dgl., wodurch den Schülern Gelegenheit dargeboten wurde, ihre Kenntnisse und Anschauung in der Instrumentenkunde und Technologie zu erweitern.

(Fortsetzung folgt.)

Für die Praxis.

Neuere Drehstahlhalter.

Mitgetheilt von W. Klussmann.

Als ein Zeichen, dass nach den als Drehstahlhalter bezeichneten Vorrichtungen jetzt schon mehr Nachfrage ist als früher, kann wohl angesehen werden, dass sehr viele neue Konstruktionen zum Patent oder Gebrauchsmusterschutz angemeldet werden, und dass derartige Werkzeuge auch in den Preislisten der Werkzeugfabrikanten und -Händler aufgenommen sind. Vor etwa 10 Jahren wurde in mancher Werkstatt ein Gehülfe, der sich eine solche Vorrichtung herstellte, belächelt; freilich war die Herstellung eines etwas komplizirten Drehstahlhalters vom Standpunkt des Meisters vielleicht eine Zeitvergeudung, wenn der Gehülfe nicht im Akkord arbeitete. Heute sind dergleichen Werkzeuge, von den einfachsten, für besondere Zwecke bestimmten bis zu den komplizirtesten, welche möglichst allen Anforderungen genügen sollen, bereits käuflich zu haben, und gerade so, wie sich ein Gehülfe seinen eigenen Satz Spiralbohrer, sein eigenes Metallsägeblatt, seine eigene Schublehre anschafft, ist ihm Gelegenheit gegeben, einen für seine Zwecke passenden Drehstahlhalter zu erwerben.

In der *Zeitschr. f. Instrkde.* und im *Vereinsblatt* sind dergleichen Werkzeuge schon mehrfach besprochen worden; es mögen hier einige neuere Konstruktionen, die jedenfalls vielen noch unbekannt sein dürften, mitgetheilt werden.

Im Prinzip versteht man unter Drehstahlhalter eine Vorrichtung, welche in den Support der Drehbank eingespannt wird und in der sich dann kleinere Stichel befestigen lassen. Als Vortheil gelten erstens leichtere Handhabung der kleinen Stichel, ferner geringerer Verbrauch an Stahl und dann ein bequemeres und sichereres Härten. Ferner wird an dem immerhin kostbaren Werkzeugstahl durch geringeren Materialverbrauch gespart.

Die praktischen Drehstahlhalter sind so eingerichtet, dass das Werkzeugmaterial, wie es vom Händler kommt, nur auf die richtige Länge abgehauen und gehärtet zu werden braucht; erst dann wird die in einem passenden Winkel stehende Schneidefläche auf der Schmirgelscheibe oder dem Schleifstein angeschliffen.

In *Fig. 1* ist zunächst B. Pflüger's Drehstahlhalter (D. R. G. M.) abgebildet, welcher von der Werkzeugfabrik von Gebr. Saacke in Pforzheim hergestellt wird. Derselbe zeichnet sich durch grosse Einfachheit aus. In dem zylindrischen Kopf des am hinteren Ende zum Einspannen mit Flächen versehenen Drehstahlhalters befindet sich in geeigneter Lage eine vierkantige Durchbohrung (bei dem mir zur Verfügung stehenden kleinsten Muster von etwa 6 *mm* Seitenkante), in welche die kurzen, ungefähr 60 *mm* langen Stichel *S* gesteckt und mit einer Schraube *V* mittels Schlüssel befestigt werden. Durch die geneigte Lage des Stichels (die auch bei früher *a. a. O.* beschriebenen Drehstahlhaltern sich findet) ist erreicht

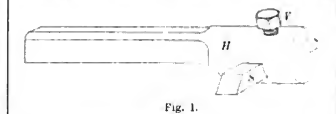


Fig. 1.

worden, dass man keines hohlgeschliffenen Drehstahls benöthigt, sondern, auch beim Nachschleifen, nur die Endflächen abzuschärfen braucht. Ein Uebelstand des Halters ist, dass derselbe nicht zum Drehen nach rechts und links zu gebrauchen ist, denn nach einfachem Umlegen um 90° um die Längsachse lässt sich der Stahlhalter in Folge der schiefen Lage des Vierkantloches nicht mehr benutzen. Man muss also zwei Halter verwenden. Durch passende Aenderung in der Stellung des Vierkantloches im Halterkopfe liesse sich dies vielleicht erreichen; es mag sich allerdings dann ein anderer Schnittwinkel ergeben, der jedenfalls weniger günstig wirken wird. Der Halter wird in 6 verschiedenen Grössen (Kopfstärke 25 bis 60 *mm*, für Stichel von 5 bis 18 *mm* Dicke) hergestellt; der Preis beträgt 6,50 bis 17,00 *M.* Zu dem Halter können fertige Drehstähle (Schrupp-, Messer-, Hohlkehl- und Plandrehstahl), welche 0,45 bis 1,45 *M.* je nach den verschiedenen Grössen kosten, bezogen werden, dieselben sind bereits gehärtet. Ich glaube jedoch, dass auf letztere der Mechaniker verzichten wird, da erstens ihre Herstellung sehr einfach ist und ferner wohl jeder dem Stichel die für das zu bearbeitende Material passende Härte selbst giebt.

Ein anderer durch D. R. P. dem Herrn Oscar Seldis in Steglitz geschützter Drehstahlhalter ist in *Fig. 2* dargestellt. Er ist zwar weniger einfach als der vorige, hat jedoch den Vorzug, dass er vielseitiger zu gebrauchen ist und dass man mit einem einzigen Halter in allen möglichen Lagen arbeiten kann. Der mit einem Stiel *A* ver-

sehene Kopf K, welcher mit A einen Winkel von etwa 45° bildet, ist mit einer Durchbohrung versehen, die an dem einen Ende konisch erweitert, an dem anderen mit einer zylindrischen grösseren Ausdrehung versehen ist, sodass sich gegen einen Ansatz in der letzteren die Mutter M anlegen kann. In die konische Ausdrehung passt eine Buchse B, durch welche der Gewindebolzen G geht, auf den sich die Mutter M aufschraubt. B hat an der Vorderfläche eine Abschrägung, und der Bolzen G ist mit einem zu seiner Achse in entsprechendem Winkel stehendem Loche H versehen, das den Drehstahl D aufnimmt Durch Anziehen der Mutter wird somit der Stichel im Halter festgeklemmt. Da sich die Buchse im Kopfe R drehen lässt, kann

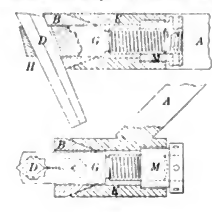


Fig. 2.

der Drehstahl um die Achse des Gewindebolzens verstellt werden. Das Loch H ist achteckig sternförmig, sodass der Stichel auch in verschiedenen Stellungen zu seiner eigenen Längsachse gebraucht werden kann, aber ebenfalls runde Stichel Verwendung finden können. Die Stichel sind nach dem hinteren Ende zu dünner, damit sie sich beim Gebrauch in dem Halter fester klemmen, auf keinen Fall aber lockern können. Um noch bessere Befestigung zu erzielen, könnte die Abschrägung an der konischen Buchse gerauht oder gezahnt sein. Eine Abart des Stahlhalters giebt die *Fig. 3* wieder. Bei dieser Ausführung soll zugleich mit dem eben besprochenen ein zweiter Stichel F aus Flach- (Band-) Stahl neben dem ersten für einen feinen Span zum Nachdrehen Verwendung finden oder es soll der zweite Stichel allein, eventuell nachdem der erste sowie der Gewindebolzen G und die Buchse B entfernt sind, als Abstichstahl benutzt werden können; der Abstichstahl würde dann aus unter sich gearbeitetem Profilstahl hergestellt.

Ob beide Stähle bei gleichzeitiger Benutzung genügend festsitzen, müsste erst der Versuch lehren. Auf jeden Fall ist es nöthig, dass der zweite Stichel F eine ziemlich genau vorgeschriebene Höhe hat.

Betreffs Herstellung des Seldis'schen Stahlhalters steht der Erfinder mit einer Fabrik in Unterhandlung, sodass voraus-

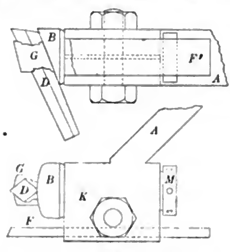


Fig. 3.

sichtlich auch dieses Werkzeug in der nächsten Zeit im Handel erscheinen dürfte.

Ein dritter Drehstahlhalter[1]), bei dem nur der oben zuletzt erwähnte, unter sich gearbeitete Profilstahl für die Stichel zur Verwendung kommt, ist in *Fig. 4* wiedergegeben (D. R. G. M.). Derselbe wird von von Jos. Stehle in Feuerbach-Stuttgart in den Handel gebracht. Auch dieser Halter ist sehr einfach und ermöglicht eine sehr bequeme Herstellung der Stichel. Er besitzt zwei Theile, deren jeder aus Vierkantstahl besteht. Der eine Theil A ist vorn umgekröpft und mit einer rechteckigen Aussparung versehen, in welche der andere Theil B mit einem ebenfalls rechteckigen Zapfen passt; dieser Zapfen ist

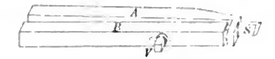


Fig. 4.

aber nur etwa halb so dick als die Aussparung breit ist. Beide Theile werden durch die Vierkantschraube V gegen einander geklemmt. In jedem der beiden Stücke befindet sich auf der Berührungsfläche eine Vertiefung von etwa je einem Viertel der Sticheldicke (s. *Fig. 5*), sodass, wenn ein Stahl S von vorn eingesteckt und die Schraube angezogen wird, ein Spalt von der halben Sticheldicke bleibt. Der Zapfen an B ist nach hinten etwas verdickt, damit durch einen leichten Schlag gegen das freie Ende von B der Drehstahl schon festgeklemmt wird; durch Anziehen der Schraube sitzt er dann unver-

[1]) Nach einem eingesandten Prospekt.

rückbar fest. Der Preis dieses Werkzeuges mit 5 Sticheln und einem Vierkantschlüssel ist je nach der Grösse 8,50 oder 9,50 *M.* (Querschnitt des Halters 18 × 18 resp. 20 × 20 *mm*). Der Preis des gewalzten Profilstahles beträgt bei obiger Firma für ½ *m* 0,35 resp. 0,60 *M.*

Schliesslich möge noch ein für die Bearbeitung von Holz bestimmter Drehstahlhalter erwähnt werden, der von James F. Hobart in *Engl. Mechanic* **64.** *S. 12.*

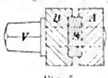


Fig. 5.

1896 nach *American Machinist* beschrieben ist. Der Schaft aus Vierkantstahl ist mit einer seitlichen Durchbohrung versehen, in der ein Bolzen durch eine Mutter verstellbar befestigt ist; der Kopf des Bolzens hat wiederum eine zylindrische Durchbohrung, in welche das Drehwerkzeug unter Zwischenlage eines halbzylindrischen Klemmstückes durch eine Vierkantschraube eingespannt wird. Der Drehstahl (Schrotröhre in der *a. a. O.* beigefügten Skizze) ist also nach allen Seiten hin verstellbar.

Vereins- und Personen-Nachrichten.

Internationale Ausstellung Brüssel 1897.

Die belgische Regierung hat auf dieser, am 24. April dieses Jahres zu eröffnenden Ausstellung neuerdings eine wissenschaftliche Abtheilung eingerichtet, in welcher die Regierung selbst, die Unterrichtsinstitute und wissenschaftlichen Laboratorien ausstellen werden. Dadurch gewinnt die Ausstellung für die Männer der Wissenschaft an Interesse, und es sei deshalb hiermit den Mitgliedern unserer Gesellschaft anheim gegeben, ob sie ihrerseits eine Betheiligung für wünschenswerth halten. Herr Robert Drosten in Brüssel (rue du Marais 49) bietet sich zur Vertretung unserer Mitglieder an; derselbe hat bekanntlich bereits bei der Brüsseler Ausstellung im Jahre 1888 die Interessen der deutschen Mechaniker in wirksamer Weise wahrgenommen. Er ist auch bereit, von solchen Ausstellern, welche nicht selbst einen vollständigen Schrank ausstellen wollen, unter deren Namen Instrumente mit verwandten Apparaten zusammen zur Ausstellung zu bringen gegen eine festzustellende einmalige Vergütung für alle Auslagen. Man wolle sich behufs Erlangung weiterer Auskunft unmittelbar an Herrn Drosten wenden, jedoch möglichst bald, da sonst kein Platz mehr zu erhalten sein dürfte.

Dr. H. Krüss, Vorsitzender.

Für die Kasse der D. G. bestimmte Geldsendungen sind in letzter Zeit mehrfach dem Unterzeichneten zugegangen; es sei deswegen darauf hingewiesen, dass dieselben, nach den Bestimmungen der Satzungen, an den Schatzmeister (Herrn W. Handke, Berlin N, Lottumstr. 12) gerichtet werden müssen.

Der Geschäftsführer.

D. G. f. M. u. O. Zweigverein Berlin.

Jahresbericht für 1896.

Das Jahr 1896 darf ohne Bedenken als das bisher bedeutsamste in der Geschichte unseres Zweigvereins bezeichnet werden; hierzu berechtigen zwei Ereignisse: ein Erfolg und ein Verlust. Wir hatten einerseits die lang ersehnte Freude, aus Anlass der Gewerbe-Ausstellung den Mechanikertag als Gastgeber begrüssen zu können, und wir dürfen mit Genugthuung auf seinen Verlauf zurückblicken. Andererseits traf uns ein schwerer Verlust durch den Tod unseres Vorsitzenden Hermann Haensch, des Mannes, der, so lange es ihm seine Gesundheit erlaubte, unsere Sache mit rastlosem Eifer und klarem Blicke geführt hat und der sich durch seine Verdienste um den Verein und sein freundliches, liebevolles und gemüthreiches Wesen in unseren Herzen ein unvergängliches Andenken gesichert hat.

Der Verein betrauert ferner den Tod der Herren L. Becker und Th. Grau, er hatte andererseits die Freude, sein Ehrenmitglied, den kgl. Rechnungsrath Herrn Th. Baumann, sein 90. Lebensjahr in geistiger und körperlicher Rüstigkeit vollenden zu sehen. Die Mitgliederzahl ist auf 166 gestiegen.

In den Vorstand wurden von der Generalversammlung für das Jahr 1896 gewählt als *Vorsitzende:* P. Stückrath, H. Haensch, P. Dörffel; *Schatzmeister:* W. Handke; *Schriftführer:* A. Blaschke und W. Haensch; *Archivar:* H. Schmidt; *Beisitzer:* J. Faerber, Franc v. Liechtenstein, Dr. Lindeck, Prof. Dr. Westphal. Nach dem Tode von Herrn. Haensch, und da Herr Stückrath an der Weiterführung seines Amtes verhindert war, beschloss der Vorstand unter Zustimmung des Vereins, eine Ersatzwahl bis zur nächsten Generalversammlung zu verschieben, und übertrug die Leitung bis dahin dem Schatzmeister Herrn Handke. Im

Hauptvorstand war der Zweigverein vertreten durch die Herren: Dörffel, Handke, Pensky und Stückrath.

Der Verein hielt ausser der Generalversammlung 12 ordentliche Sitzungen, sowie in der Gewerbe-Ausstellung eine grosse Zahl geselliger Zusammenkünfte ab; er hörte folgende Vorträge: 1. W. Haensch, Ueber Beleuchtungsquellen für Projektionsapparate; 2. Prof. Dr. Szymański, Ueber unsichtbare Strahlen; 3. F. Göpel, Ueber Umdrehungszähler; 4. Dr. Lindeck, Elektrische Präzisionsinstrumente; 5. Prof. Dr. Westphal, Der Seibt-Fuess'sche Universalpegel; 6. B. Pensky, Feinere Linearmaasse und deren Vergleichung an der Kaiserl. Normal-Aichungs-Kommission; 7. Dr. Friedländer, Ueber einen Apparat zur Messung der Anziehungskraft der Erde; 8. G. Kärger, Die Werkzeugmaschinen auf der Berliner Gewerbe-Ausstellung; 9. Dr. Mahlke, Ueber Messung hoher Temperaturen; 10. Dr. Hecker, Die neueren Untersuchungen der Schwankungen der Erdachse; 11. Dr. Michalke, Elektromotoren für Kleinbetrieb. Ferner wurden an einem Vereinsabende in zwangloser Form Apparate vorgeführt und besprochen, welche zur Messung und Vergleichung von Dicken dienen.

Am Schlusse des abgelaufenen Jahres überbrachte der Vorstand dem hochverdienten Leiter der 1. Berliner Handwerkerschule, Herrn Direktor Jessen, zu seinem 70. Geburtstage die Glückwünsche des Vereins und überreichte die Urkunde über einen Jessen-Fonds, welchen der Verein aus diesem Anlass behufs Prämiirung würdiger Zöglinge der genannten Schule gestiftet hat. *Bl.*

Der Astronom Prof. Dr. **Weyer** in Kiel ist gestorben. — Prof. Dr. **Harzer,** Direktor der Gh. Sternwarte in Gotha, ist als Nachfolger von Prof. Krüger als ordentlicher Professor und Leiter der Sternwarte nach Kiel, der Physiker Prof. Dr. **Auerbach** von Jena nach Strassburg, der Astronom Dr. **Franz** von Königsberg als Nachfolger von Prof. Galle nach Breslau berufen worden. — Prof. Dr. **Hittorf** in München ist zum Ritter des Ordens *pour le mérite* ernannt worden. — Prof. Dr. **Assmann,** wissenschaftl. Oberbeamter am Kgl. Meteorologischen Institut hat den Kronenorden 3. Klasse erhalten.

Kleinere Mittheilungen.

Anlässlich der **Berliner Gewerbe-Ausstellung** sind vom Handelsministerium nunmehr die silbernen und bronzenen **Medaillen** [1]) mit der Inschrift: „Für gewerbliche Leistungen" verliehen worden. Aus der im Reichsanzeiger veröffentlichten Liste dürften folgende Namen für die Leser des Vereinsblattes von Interesse sein:

Die *silberne Medaille* erhielten: A. Böhme-Berlin, Franz Schmidt & Haensch-Berlin, Voigtlaender & Sohn-Braunschweig, Carl Zeiss-Jena.

Die *bronzene Medaille* erhielten: Max Kaehler-& Martini-Berlin, E. Leitz-Wetzlar, E. A. Lentz, Mix & Genest, Dr. Rob. Muencke, Julius Schober, Friedr. Siemens & Co., Gustav Voigt-Berlin.

Internationale Ausstellung Brüssel 1897.[2])

Die Betheiligung der deutschen Industrie an dieser Ausstellung ist in den letzten Wochen sehr viel reger geworden als noch kurz vor Neujahr zu vermuthen stand. Die unmittelbare Veranlassung hierzu mag wohl die bestimmte Aussicht auf eine finanzielle Unterstützung der deutschen Abtheilung seitens der Reichsregierung gewesen sein, welche nunmehr zur vollendeten Thatsache geworden ist. Wenn auch der Betrag der gewährten Reichs-Subvention die Zuschüsse, welche Frankreich (im Ganzen etwa 1 Million *Fr.*) und England (180000 *M.*) ihren Ausstellern gewähren, bei Weitem nicht erreicht, so wird sie doch genügen, um die durch den Generalkommissar, die Dekoration, das Preisgericht u. s. w. entstehenden Auslagen zu decken, sowie einigen gemeinnützigen Ausstellungen, wie u. A. denen der deutschen Frauenvereine und öffentlichen Lehrinstitute, sowie der deutschen Künstlerschaft eine kostenfreie Betheiligung zu gewähren. Unter den bisher zur Ausstellung angemeldeten Firmen sind ganz besonders zahlreiche Elektrizitätswerke zu nennen, die in ihrer Gesammtheit die fremde Konkurrenz in Brüssel weit in den Schatten stellen werden. Maschinen-Fabriken ersten Ranges, u. A. Borsig, Kirchner & Co. und die deutsch-amerikanische Maschinenfabrik in Frankfurt a. M., werden ebenfalls, und zwar in sehr erheblichem Umfange, auf dem internationalen Wettkampf zu Brüssel vertreten sein. In Berlin hält die Ausstellungsmüdigkeit noch zahlreiche Verhandlungen in der Schwebe. — Im Hinblick auf die vom Reich gewährte materielle wie moralische Unterstützung der deutschen Abtheilung zu

[1]) Vgl. *Vereinsblatt 1896, S. 180.*

[2]) Von der Deutschen Kommission eingesandt; vgl. auch die Bekanntmachung über denselben Gegenstand unter Vereinsnachrichten, *diese Nummer S. 22.* Red.

Brüssel darf nunmehr auch die Betheiligung unserer staatlichen Industriebetriebe, wie u. A. der Königlichen Porzellanfabriken zu Berlin und Meissen, entgegengesehen werden. Als deutscher Generalkommissar wird der allen Ausstellern von Antwerpen her in bester Erinnerung stehende Geheime Kommerzienrath **Günther** fungiren, welcher dieser Tage in Berlin anwesend war, um hierselbst sowohl mit den Vertretern der Reichsregierung wie mit der „Deutschen Kommission" über einzelne wichtige, prinzipielle wie fachmännische Fragen, zu verhandeln. Wenn nach dem Gesagten die deutsche Abtheilung der Brüsseler Ausstellung auch keineswegs den Anspruch wird erheben können, ein Gesammtbild des deutschen Gewerbefleisses zur Schau zu bringen, so wird sie doch in einzelnen Zweigen desselben ganz hervorragendes leisten. — Hervorgehoben sei noch, dass sämmtliche deutsche Bahnen für die Ausstellungsgüter kostenfreien Rücktransport gewährt haben, sofern die betreffenden Sendungen vor ihrem Versandt als für die Ausstellung bestimmt angemeldet wurden. Als Schlusstermin für die Anmeldungen zur Ausstellung wird der 14. Februar d. J. festgehalten; von der „Deutschen Kommission für die Brüsseler Welt-Ausstellung", Berlin W., Lutherstr. 5, können alle auf die Ausstellung bezüglichen Schriften, Formulare u. s. w. kostenfrei bezogen werden.

Aus dem Etat des preussischen Kultusministeriums. In Berlin soll das erste chemische Institut, das sich z. Z. Georgenstr. 34/35 befindet, verlegt werden; es ist ein Neubau auf dem ehemaligen Kirchhof der Charité geplant mit 250 Arbeitsplätzen für Studirende, 25 für selbständige Forscher und einem Auditorium von 400 Sitzplätzen; im Ganzen ist ein Betrag von etwa 1 200 000 *M.* in Aussicht genommen. — In Kiel soll das physikalische Institut mit einem Kostenaufwand von 172 000 *M.* neu gebaut werden. — Die Vertheilung der erdmagnetischen Kraft soll im Anschluss an gleiche Arbeiten in den benachbarten Staaten kartographisch festgelegt werden; für die Durchführung des Unternehmens sind 5 Jahre und ein Betrag von im Ganzen 47 500 *M.* in Aussicht genommen. — Das elektrotechnische Institut an der Hochschule in Charlottenburg soll, insbesondere für elektrochemische Untersuchungen, mit einem Kostenaufwande von 171 000 *M.* erweitert werden; es soll dort ferner ein grosser Hörsaal für Experimentalphysik eingerichtet, je ein weiterer Dozent für Experimentalphysik und für Elektrotechnik angestellt werden. — Zur Förderung der medizinischen Untersuchungen mit Röntgen-Strahlen sind 50 000 *M.* ausgeworfen.

(Nach Voss. Ztg.)

Patentliste.

Bis zum 18. Januar 1897.

Anmeldungen.

Klasse:

21. H. 17823. Kohlenwalzenmikrophon mit Flüssigkeits-Dämpfung. P. E. Huber, Zürich. 30. 9. 96.

H. 17774. Nach Art einer Sanduhr wirkender elektrischer Stromunterbrecher. A. Hainlen, Geislingen A. Stg., Württ. 3. 10. 96.

42. H. 17521. Augenglasfassung mit verborgenem Verschluss. S. Hummel, Wien. 3. 7. 96.

49. M. 13397. Verfahren und Maschine zur Prüfung von Kugeln auf ihre genaue Kugelform. H. Meltzer, Ratibor, O.-S. 13. 11. 96.

57. Z. 2252. Astigmatisch, sphärisch und chromatisch korrigirtes Objektiv. Carl Zeiss, Jena. 13. 11. 96.

83. M. 13078. Mitnehmer an Drehbänken für Uhrräder. A. Mayer u. P. Faller, Saig b. Lenzkirch, Schwarzwald. 22. 7. 96.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 90945. Bogenlampe. Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert & Co., Nürnberg. 22. 8. 96.

42. Nr. 90839. Stroboskop mit endlosem Bilderträger. W. C. Farnum, Arlington, Vermont, V. St. A. 16. 10. 95.

Nr. 91028. Hittorf'sche Röhre mit Vorrichtung zur Entluftung nach dem Malignani'schen Verfahren. Siemens & Halske, Berlin. 24. 3. 96.

Nr. 91030. Waagebalken mit justirter Schneidenlagerung für Hebelwaagen; Zus. z. Pat. 87451. E. Böhmer, Schröttersdorf b. Bromberg. 26. 7. 96.

47. Nr. 90935. Splint zur Befestigung von Stangen in Platten u. dgl. F. Albrecht, Melbourne, Kol. Victoria. 23. 6. 96.

49. Nr. 90980. Schraubstock zum selbstthätigen zentrischen Festspannen von Werkstücken mit rundem, quadratischem u. dgl. Querschnitt. R. Jileček, Nürnberg. 31. 3. 96.

Nr. 91017. Vorrichtung zum Winden von Schraubenfedern beliebiger Steigung. C. A. V. Hällgren, Stockholm. 27. 9. 95.

83. Nr. 90846. Drehpendelhemmung. J. Ch. Bauer, Fürth. 19. 10. 95.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 4. **15. Februar.** **1897.**

Die Mehrphasenströme und der Drehstrom.

Eine gemeinfassliche Darstellung.

Von

Hans Görges in Charlottenburg.[1]

Wechselstrom. — Unter Wechselstrom versteht man einen elektrischen Strom, dessen Richtung und Stärke in einem Leiter regelmässig und sehr schnell wechselt. Ein Gleichstrom fliesst in den beiden Drähten, die von der ihn erzeugenden Maschine wegführen, so, dass er in einem bestimmten Draht immer von der Maschine weg, in dem anderen immer nach der Maschine hin fliesst. Der Wechselstrom fliesst in demselben Draht bald von der Maschine fort, dann nach der Maschine hin, dann wieder von ihr fort u. s. w. Die Zeitdauer von dem Augenblicke an, wo er mit bestimmter Stärke in einer bestimmten Richtung fliesst, bis zu dem Augenblicke, wo er wieder dieselbe Stärke in derselben Richtung erlangt hat, nennt man seine *Periode*. Eine Periode hat in neuerer Zeit bei vielen Maschinen eine Dauer von $^1/_{50}$ Sekunde. Während dieser Zeit nimmt die Stromstärke in einer bestimmten Richtung von Null stetig zu, erreicht nach einem Viertel der Periode (nach $^1/_{200}$ Sekunde) ihren grössten Werth, nimmt wieder stetig ab und ist nach $^1/_2$ Periode ($^1/_{100}$ Sekunde) gleich Null; sie nimmt dann entgegengesetzte Richtung an, wächst wieder bis zu einem grössten Werth, den sie bei $^3/_4$ Periode erreicht und ist nach einer vollen Periode wieder gleich Null. Dann beginnt derselbe Vorgang von Neuem. Wenigstens gilt dieser Verlauf für den einfachsten Fall „sinusartiger" Schwingungen. Die Stromstärke durchläuft also eine Reihe *„Phasen"* und kehrt nach einer Periode schliesslich immer zu dem Zustand zurück, den sie zu Anfang hatte. Man kann daher sagen, die Phasen der Stromstärke durchlaufen einen Kreislauf in einer Periode. Dementsprechend theilt man die Periode häufig wie einen Kreis in 360°. Um den *zeitlichen Verlauf* durch eine Figur darzustellen, trägt man die Zeit, die verflossen ist, seit die Stromstärke zuletzt den Werth Null hatte, auf einer horizontalen geraden Linie *OT (Fig. 1)* auf, z. B. OT_1, und den zugehörigen Werth der Stromstärke senkrecht über dem Endpunkt T_1 dieser Strecke, nämlich T_1J_1, und zwar nach oben, wenn der Strom in der einen, und nach unten, wenn er in der anderen Richtung fliesst. Man erhält dann für den zeitlichen Verlauf die Kurve *Fig. 1*. So gesetzmässig, wie hier dargestellt, wird der Verlauf der Stromstärke nur in den seltensten Fällen sein, vielmehr wird die Kurve unregelmässigere Formen annehmen, etwa wie *Fig. 2*. Die Hälften oberhalb und unterhalb der Linie *O T* brauchen auch nicht einander gleich zu sein, nur müssen die von ihnen eingeschlossenen Flächen gleich gross sein. Ferner ist der Verlauf der Kurve innerhalb zweier beliebiger Perioden immer wieder derselbe. Wir nehmen der Einfachheit wegen im Folgenden immer an, der zeitliche Stromverlauf werde durch eine Sinuskurve *(Fig. 1)* dargestellt.

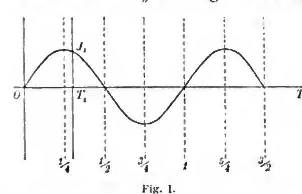


Fig. 1.

[1] Es wird unseren Lesern gewiss willkommen sein, dass ihnen hiermit über diesen so wichtigen Zweig der Elektrotechnik eine populäre Darstellung von dem als Autorität anerkannten Oberingenieur der Firma Siemens & Halske geboten wird. Die Red.

Amplitude, Phase. — Den grössten Werth, den die Stromstärke während der Periode annimmt, nennt man ihre *Amplitude*, den jeweiligen Werth, dividirt durch ihre Amplitude die *Phase* der Stromstärke, worin noch liegt, ob sie zu- oder abnimmt.

Phasenverschiebung. — Sind zwei Stromkreise vorhanden, die Wechselstrom von *derselben* Periodenzahl führen, so brauchen beide Ströme nicht gleichzeitig ihren grössten Werth, den Werth Null u. s. w. zu erreichen. Man sagt dann, ihre *Phasen* seien um einen bestimmten Bruchtheil der Periode gegen einander *verschoben*. *Fig. 3* zeigt den zeitlichen Verlauf zweier Ströme, deren Phasen um ein Viertel der Periode oder um 90° (die Periode zu 360° gerechnet) gegen einander verschoben sind. Der Ausdruck „Verschiebung“ erklärt sich direkt aus *Fig. 3*, wo die untere Kurve gegen die obere nach rechts verschoben ist.

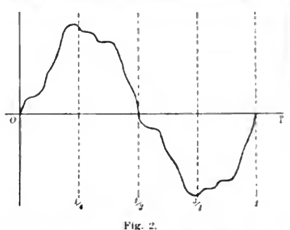


Fig. 2.

Einphasenstrom und Mehrphasenstrom. — Man spricht von *Mehrphasenstrom*, wenn ein System von Stromkreisen mit Wechselströmen vorhanden ist, die alle *dieselbe Periode* aber gesetzmässig gegeneinander *verschobene Phasen* haben. Im Gegensatz dazu spricht man bei einem einfachen Wechselstromkreis von *Einphasenstrom*. Beim Einphasenstrom sind Hin- und Rückleitung, also zwei Leitungen vorhanden; beim Mehrphasenstrom müssen dagegen, weil mehrere Stromkreise vorhanden sind, immer mehr als zwei Leitungen vorhanden sein.

Beim Zweiphasenstrom hat man zwei Stromkreise, deren Stromphasen um ein Viertel der Periode oder 90° gegeneinander verschoben sind, wie *Fig. 3* darstellt.

Beim Dreiphasenstrom hat man drei Stromkreise, deren Stromphasen entweder um 60° *(Fig. 4)* oder um 120° *(Fig. 5)* gegen einander verschoben sind. Die drei Kurven sind hier nicht wie in *Fig. 3* untereinander, sondern auf gleicher Höhe gezeichnet.

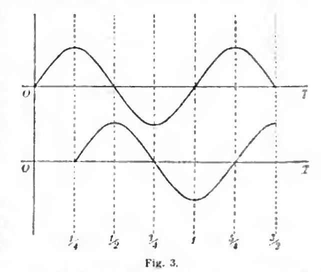


Fig. 3.

Stromerzeuger. — Eine Maschine zur Erzeugung von einphasigem Wechselstrom ist schematisch in *Fig. 6* dargestellt. Ein aus isolirten Eisenblechen hergestellter Ring rotirt zwischen zwei einander gegenüberstehenden Polen N und S. Der Ring ist mit zwei einander diametral gegenüberliegenden Spulen bewickelt, die hinter einander geschaltet sind und deren Enden mit zwei Schleifringen R_1 R_1 verbunden sind. Von diesen Schleifringen wird der Strom durch die Bürsten B_1 B_1 nach aussen abgeleitet. Geht eine Spule an dem Nordpol N vorbei, so erzeugt sie einen Stromimpuls in einer bestimmten Richtung; geht sie dann an dem Südpol S

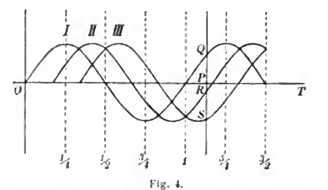


Fig. 4.

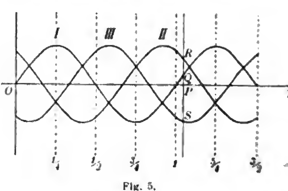


Fig. 5.

vorbei, so erzeugt sie einen Stromimpuls in der entgegengesetzten Richtung. Es entsteht daher Wechselstrom in jeder Spule. Beide Spulen sind so geschaltet, dass ihre Stromimpulse sich stets addiren. Die Zeit eines Umlaufs ist gleich einer Periode des Wechselstromes.

Fig. 7 stellt schematisch eine Zweiphasenstrommaschine, *Fig. 8* eine Dreiphasenstrommaschine dar. Beim Zweiphasenstrom haben wir zwei Paare von einander diametral gegenüberliegenden und hintereinander geschalteten Spulen. Die Enden des einen Spulenpaares sind zu den Schleifringen $R_1 R_1$, die des andern zu den Schleifringen $R_2 R_2$ geführt. Von hier werden die Ströme durch Bürsten $B_1 B_1$ und $B_2 B_2$ in zwei äussere Stromkreise *I* und *II* geführt. Die Spulenpaare sind um 90° gegeneinander verdreht. In Folge dessen treten die Stromimpulse in den Spulenpaaren nicht gleichzeitig, sondern nacheinander auf, und zwar um die Zeitdauer eines Viertelumlaufs des Ringes, d. h. um ein Viertel der Periode, gegen einander verzögert.

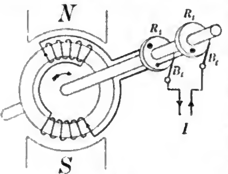


Fig. 6.

Beim Dreiphasenstrom haben wir drei Spulenpaare, die um 60° gegen einander verdreht auf dem Ringe angeordnet sind, sechs Schleifringe $R_1 R_1$, $R_2 R_2$, $R_3 R_3$ und drei äussere Stromkreise *I*, *II* und *III*. Die Stromimpulse sind jetzt um die Zeitdauer eines Sechstelumlaufs des Ringes, d. h. um ein Sechstel der Periode, gegen einander verzögert.



Fig. 7.

Vortheile des einphasigen Wechselstromes im Gegensatz zum Gleichstrom. — Man kann Wechselstrom viel leichter und gefahrloser mit hoher Spannung *herstellen* als Gleichstrom und ferner den gefährlichen, hochgespannten Strom viel bequemer und einfacher wieder in ungefährlichen, niedriggespannten Strom, wie er zum Gebrauch für Beleuchtung geeignet ist, *umformen*. Strom von hoher Spannung aber ist erforderlich, wenn man ihn für Beleuchtung und Kraftübertragung auf weite Strecken übertragen will, weil niedriggespannter Strom bei gleicher Leistungsfähigkeit eine zu grosse Stromstärke besitzt und daher sehr starker Drähte zur Fortleitung bedarf.

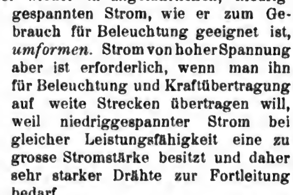


Fig. 8.

Ein Beispiel, das einer ausgeführten und im Betriebe befindlichen Anlage entspricht, möge dies erläutern. Eine Wasserkraft von 1000 *PS* soll mit 10% Verlust in den Leitungen 30 *km* weit fortgeleitet werden, sodass 900 *PS* an der Verbrauchsstelle zur Verfügung stehen. Folgende Tabelle zeigt dann, welchen Durchmesser in Millimetern die Leitung haben und welches Gewicht sie in Tonnen (1 *t* = 1000 *kg*) besitzen muss, wenn die Spannung 100, 1000, 5000 und 10 000 *Volt* beträgt.

Spannung	Drahtdurchmesser	Gewicht
100 *Volt*	992 *mm*	417 000 *t*
1 000 „	99,2 „	4 170 „
5 000 „	19,8 „	167 „
10 000 „	9,9 „	42 „

Thatsächlich ist die Anlage mit 10 000 *Volt* Spannung gebaut worden. Mit 1000 *Volt* würde sie wegen der Kosten der Leitung unausführbar sein. Bei Gleichstrom ist eine Spannung von 2000 *Volt* bereits schwierig zu erzeugen. Noch schwieriger aber ist bei Gleichstrom von hoher Spannung die Transformation, die erforderlich ist, um den Konsumenten Strom von niedriger Spannung zu liefern, der zum Betriebe von Glühlampen, Bogenlampen und kleineren Motoren geeignet und ausserdem für Leben und Gesundheit ohne Gefahr ist.

Die Umformung des Wechselstromes geschieht durch ruhende Apparate, *Transformatoren*, die im Wesentlichen aus einem Eisenkern aus von einander isolirten Blechen bestehen, über den einerseits Spulen aus vielen gut isolirten dünnen Windungen für den hochgespannten Strom und andererseits Spulen mit wenigen dicken Windungen für den niedriggespannten Strom geschoben sind. *Fig. 9* zeigt einen einfachen Wechselstromtransformator. $A_1 A_1 A_2 A_2$ ist der ringförmig in sich geschlossene Eisenkern, $B B$ sind die dickdrähtigen Windungen für den niedriggespannten starken Strom und $C C$ die dünndrähtigen Windungen für den hochgespannten schwachen Strom. Der Eisenkern ist aus Theilen hergestellt, damit die Spulen bequem über die Säulen $A_1 A_1$ geschoben werden können. Diese Transformatoren bedürfen keiner Wartung und haben einen sehr guten Wirkungsgrad. Die Gleichstromumformer dagegen sind Maschinen, die rotiren und daher der Wartung bedürfen, auch ist ihr Wirkungsgrad bedeutend geringer.

Der *Nachtheil des einphasigen Wechselstromes* besteht im Wesentlichen darin, dass derartiger Strom sich wenig für Motorenbetrieb eignet. Die Wechselstrommotoren wurden allerdings in den letzten Jahren sehr verbessert, allein sie haben immer noch so bedeutende Mängel, dass Anlagen mit einphasigem Wechselstrom nur da zu empfehlen sind, wo das Lichtbedürfniss das Ausschlaggebende und die Kraftlieferung nur von untergeordneter Bedeutung ist. Sie sind im Vergleich zu anderen Motoren schwer und theuer

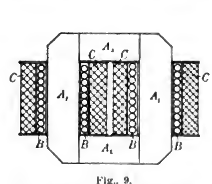


Fig. 9.

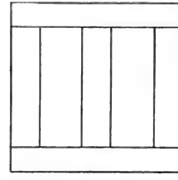


Fig. 10.

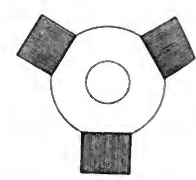


Fig. 11.

und laufen nur mit geringer Kraft und mit sehr bedeutendem Stromverbrauch an, sodass sie beim Anlassen leicht die Gleichmässigkeit des Lichtes stören. Aufzüge z. B. werden daher in Wechelstromanlagen bis in die neueste Zeit so betrieben, dass man den Motor leer anlaufen lässt und ihn dann mit der Winde kuppelt.

Die *Bedeutung des Mehrphasenstromes* liegt besonders darin, dass er neben den Vortheilen des einphasigen Wechselstromes die Eigenschaft besitzt, für Motorenbetrieb ausgezeichnet geeignet zu sein. Die Mehrphasenmotoren sind sogar einfacher als die Gleichstrommotoren. Der Mehrphasenstrom lässt ferner eine bessere Ausnutzung der Maschinen und Leitungen zu als der einphasige Wechselstrom, hat ihm gegenüber aber den Nachtheil, dass er mindestens dreier Leitungen bedarf. In Bezug auf andere Apparate ist die Bedeutung des Mehrphasenstromes früher vielfach überschätzt worden, z. B. für Transformatoren. Man baut solche Transformatoren für Mehrphasenstrom, weil man Mehrphasenstrom brauchen will, aber nicht, weil sie besser wirken, z. B. eine Transformation bei geringeren Verlusten ermöglichen, als Wechselstromtransformatoren. Zur Transformation benutzt man entweder gewöhnliche Wechselstromtransformatoren, und zwar für jeden Stromkreis einen, oder besondere Mehrphasentransformatoren, die für Zweiphasenstrom vier Säulen, für Dreiphasenstrom drei Säulen und geeignete eiserne Schlussstücke besitzen (*Fig. 10* und *11*). Bei *Fig. 10* (Aufriss) sind die Säulen in eine Ebene gestellt, bei *Fig. 11* (Grundriss) stehen sie in den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks.

(Fortsetzung folgt.)

Vereins-Nachrichten.

Zur Aufnahme in die D. G. f. M. u. O. gemeldet:

G. Coradi, Mathematisch-mechanisches Institut, Zürich.

D. G. f. M. u. O. Zweigverein Berlin. Sitzung vom 19. Januar 1897. Vorsitzender: Hr. W. Handke.

Hr. Prof. Dr. Scheiner spricht über neuere Spektoskope mit besonderer Berücksichtigung der astronomischen. (Der Vortrag wird demnächst ausführlich im Vbl. abgedruckt werden.) — Es werden Proben von Karborundum vor-

gelegt; hieran knüpft sich eine längere Diskussion über Anwendung dieses Materials; eine Reihe von Mitgliedern erbietet sich Versuche anzustellen und hierüber alsdann in einer Sitzung zu berichten. — Der Vorsitzende verliest ein Schreiben von Herrn Drosten aus Brüssel über die dortige Internationale Ausstellung 1897 (vgl. *Vbl. 1897. S. 22*). — Hr. Friedrich dankt namens der Kommission für die Jessen-Feier der D. G. für die Mitwirkung bei dieser Veranstaltung.

Eine Frage: womit klebt man Hartgummistreifen auf Leinwand behufs Herstellung einer Jalousie? findet nur theilweise Beantwortung.

W. H.

Die Firma **Reinfelder & Hertel** in München hat Hrn. Paul Zschokke, bisher in der Werkstatt von C. A. Steinheil Söhne, sowie Hrn. Karl Reinfelder jun. als Theilhaber aufgenommen.

Die Privatdozenten Dr. **H. du Bois** an der Berliner Universität, sowie Dr. **J. Schubert** an der Forstakademie in Eberswalde sind zu Titular-Professoren ernannt worden. — Der Elektrotechniker Prof. **Galileo Ferraris** ist am 7. d. M. in Turin gestorben.

Kleinere Mittheilungen.

Elektrotechnische Lehr- und Untersuchungsanstalt des Physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M.

Der diesjährige **Kursus über Blitzableiter** findet in der Woche vom 8. bis 13. März statt. Diese Kurse werden nun seit acht Jahren im Auftrage des Vereins von Hrn. Dr. Nippoldt abgehalten und erfreuen sich reger Theilnahme der Kreise, für die sie bestimmt sind: selbständige Gewerbetreibende der Blitzableiterbranche (Mechaniker, Schlosser, Dachdecker, Spengler, Installateure) oder solche, die es werden wollen, Baubeamte u. s. w. Da der Kursus sich nicht auf Vorträge beschränkt, sondern auch Exkursionen bietet, und vor Allem eine Aussprache über das Durchgenommene stattfindet, kann im Interesse des Erfolges nur eine bestimmte Theilnehmerzahl zugelassen werden; deswegen empfiehlt sich frühzeitige Anmeldung an den Leiter der Lehranstalt, Hrn. Dr. J. Epstein, Stiftstr. 32. Das Honorar beträgt 30 *M*. Weiteres ist aus dem Programm zu ersehen, welches die Anstalt kostenlos versendet.

Die Werkstatt von **Buff & Berger** in Boston Mass. beging am 18. Oktober v. J. die Feier ihres 25-jährigen Bestehens; aus diesem Anlass hat die Firma eine Medaille herstellen lassen, zu welcher Herr C. L. Berger selbst den Entwurf gemacht hat. Auf der Vorderseite befindet sich ein astronomisches Durchgangsinstrument, umgeben von Erzeugnissen und Werkzeugen der Präzisionsmechanik und Optik; die Rückseite versinnbildlicht den Weltverkehr und seine Mittel und trägt die Umschrift: *Buff & Berger. Boston Mass. Founded Oct. 18. 1871*, sowie den Namen des Empfängers der Medaille. Dieselbe ist in Bronze am 24. Dezember v. J. allen Angestellten der Firma überreicht worden, ferner in Silber mit der Inschrift: *For faithful services* (Für treue Dienste) einem Mitarbeiter, dem auch bei älteren deutschen Mechanikern bekannten Hrn. Otto Reichelt, welcher auf eine 25-jährige Thätigkeit in dieser Werkstatt zurückblicken konnte. Eine goldene Medaille werden diejenigen erhalten, die 40 Jahre lang ununterbrochen bei dieser Firma angestellt gewesen sind. Die silberne oder bronzene Medaille soll ferner seitens der Hrn. Buff & Berger oder auf deren Ermächtigung seitens anderer Personen resp. Körperschaften unter dem Namen *„Buff & Berger Honorary Medal“* für Verdienste um die Wissenschaft und die mechanischen Künste verliehen werden; in diesem Falle wird sie die Inschrift tragen: *For the Advancement of Science and the Mechanik Arts* (Für Förderung der Wissenschaft und der mechanischen Künste) oder: *For Invention of . . .* (Für die Erfindung des . . . .) oder: *Honor to whom Honor is due* (Ehre wem Ehre gebührt).

Bl.

II. Kraft- und Arbeitsmaschinen-Ausstellung München 1898.

Die Ausstellung umfasst folgende fünf Gruppen: I. Kraftmaschinen, als Gas-, Petroleum-, Benzin-, Dampf-, Heissluft-, Wasser-Wind- und Elektromotoren bis zu 10 *PS*. II. Arbeitsmaschinen, Werkzeuge und Geräthe. III. Hülfsmaschinen, als Pumpen, Ventilatoren, Pressen, Aufzüge, Uhren, Maschinentheile, elektrische Anlagen, Schutzvorrichtungen, Apparate, Hülfsmaterialien. IV. Fabrikationen und Werkstätten im Betriebe. V. Technische Fachliteratur. Für hervorragende Leistungen werden durch ein von der kgl. bayer. Staatsregierung eingesetztes Preisgericht Auszeichnungen in Form einer einheitlichen Medaille ertheilt. Der Termin zur provisorischen Anmeldung läuft bis 1. März, der für die definitive Anmeldung bis 1. Oktober 1897. Die Platzmiethe beträgt pro *qm* Bodenfläche 20 *M*. und Wandfläche 15 *M*. Sämmtliche auf die Ausstellung bezüglichen Drucksachen stellt das Direktorium (München, Färbergraben 1½) auf Wunsch gern zur Verfügung, wie es auch zu allen Aufschlüssen stets gern bereit ist.

Bücherschau.

F. Liebetanz, Die Elektrotechnik aus der Praxis — für die Praxis. 2. Aufl. gr. 8⁰. XVI, 288 S. mit 181 Abbildgn. u. den Porträts von Edison, Schuckert, Siemens u. Volta. Düsseldorf, J. B. Gerlach & Co. 3,00 *M.*

G. Pizzighelli, Anleitung zur Photographie. 8. Aufl. 12⁰. X, 332 S. m. 153 Holzschn. Halle, W. Knapp. Geb. in Leinw. 3,00 *M.*

Herm. Hettler, Posthandbuch für die Geschäftswelt. 3 Ausgaben: für das Reichspostgebiet, für Bayern, für Württemberg. Mit einem Verzeichniss von 3000 der wichtigeren Postorte und einer Zonenkarte. gr. 8⁰. 96, VIII S. 7. Jahrgang. Stuttgart, Richard Hahn (G. Schnürlen). 1,20 *M.*

Elektrische Kraftübertragung und Kraftvertheilung. Nach Ausführungen durch die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft Berlin. 2. Ausg. 8⁰. 326 S. mit 170 Fig. Berlin, J. Springer in Komm. Geb. 4 *M.*

H. Schnauss, Diapositive. Anleitung zur Anfertigung von Projektions- und Stereoskop-Glasbildern, von Fensterbildern, sowie von Diapositiven zum Zwecke des Vergrösserns und der Reproduktion. 2. Aufl. 8⁰. III, 104 S. mit 26 Abbildgn. Dresden-Düsseldorf, Schmitz & Olbertz in Komm. 1,50 *M.*

Patent-Kalender, Der deutsche und internationale, für 1897. Ein Hand- und Nachschlagebuch über internationales Patentwesen, Muster- und Markenschutz, Verwerthung von Patenten und Erfindungen u. s. w. Herausg. von G. Dedreux, Red. von R. Zipsor. 8⁰. 96 und 20 S. München, G. Dedreux, Patentanwalt. 1,20 *M.*

Ed. Breslauer, Ingenieur in Leipzig. Die Messinstrumente des Technikers. Ihre praktische und wissenschaftliche Grundlage. VIII, 220 S. mit 229 Abb. Leipzig, J. J. Arnd. 3,00 *M.*

Jedem, der sich auf dem Gebiete der technischen Instrumentenkunde unterrichten will, sei das vorliegende Buch auf das wärmste empfohlen. Dasselbe ist auch für denjenigen gemeinverständlich, der dem Stoff des Buches ferner steht, so wie andrerseits für den Fachmann in zahlreichen Anmerkungen die nöthigen mathematischen Erklärungen für die einzelnen Instrumente gegeben sind, meist unter Anlehnung an die theoretische Maschinenlehre von Grashof. Die Einleitung behandelt die wichtigsten mechanischen Grundgesetze über die Wirkungsweise der Schwerkraft, über den Begriff der Arbeit und die Hebelgesetze. Bei der Erörterung des Arbeits-Begriffes könnte noch schärfer darauf hingewiesen sein, dass in dem Produkt Kraft × Weg unter dem Weg immer der in der Kraftrichtung zurückgelegte zu verstehen ist. Die Schilderung der Instrumente hat der Verfasser unter neun verschiedene Gesichtspunkte geordnet, je nach dem nächsten Zweck, welchem die Instrumente dienen. Der erste Abschnitt giebt eine kurze Uebersicht über die Ableitung des Längenmaasses. Dabei fehlt indess ein Hinweis darauf, dass die frühere Definition des Meters als zehnmillionster Theil des Erdquadranten fallen gelassen ist, ebenso eine Bemerkung über die Normaltemperatur des metrischen Maases. Es folgen die Beschreibung der verschiedenen Waagenarten, zum Theil unter Anführung interessanter Detailkonstruktionen, dann in recht guter Vollständigkeit die Kraft- und Arbeitsmesser, wie Manometer, Dynamometer und Indikatoren. Namentlich die Darstellung der Konstruktion und Wirkungsweise der letzteren Instrumente ist recht übersichtlich und eingehend. Nach der Schilderung der Zeitmessinstrumente folgt eine Uebersicht über die verschiedenen Geschwindigkeitsmesser, wie Tachometer, Woltmann'scher Flügel, Pitot'sche Röhre u. s. w. Dabei fehlt bei Besprechung der hydrostatischen Umdrehungszähler ein Hinweis auf die Braun'schen Gyrometer, die ja ziemlich verbreitet sind. Die wichtigsten Anemometer und Logs sind nicht vergessen. Nach der eingehenden Darstellung der Zählwerke für verschiedene Zwecke (z. B. Hub- und Schrittzähler) und der Planimeter, giebt der Verfasser eine erschöpfende Schilderung der Wasser- und Gasmesser und als Beschluss einen Abschnitt über das Messen der Temperatur, in welchem selbstverständlich die Pyrometer besondere Würdigung erfahren. Die beigegebenen Abbildungen sind ausnahmslos klar und übersichtlich; nur wenige sind als überflüssig zu bezeichnen. *G.*

A. F. Weinhold, Vorschule der Experimentalphysik. Naturlehre in elementarer Darstellung, nebst Anleitung zum Experimentiren und zur Anfertigung der Apparate. 4. Aufl. gr. 8⁰. VIII, 572 S. m. 440 Holzschn. und 2 Farbentaf. Leipzig, Quandt & Händel. 10 *M.*, geb. 12 *M.*

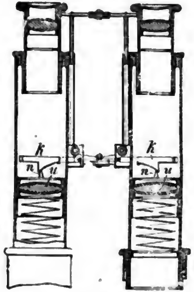
S. v. Gaisberg, Taschenbuch für Monteure elektrischer Beleuchtungsanlagen. 13. Aufl. 12⁰. VIII, 188 S. mit 131 Fig. München, R. Oldenbourg. Geb. in Leinw. 2,50 *M.*

A. Ledebur, Lehrbuch der mechanisch-metallurgischen Technologie (Verarbeitung der Metalle auf mechanischem Wege). 2. Aufl. 2. Lfg. gr. 8⁰. S. 241—368 mit Abbildgn. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn. 5 *M.*

Patentschau.

Stellvorrichtung für Fernrohre mit veränderlicher Vergrösserung. A. C. Biese in Berlin. 20. 7. 1895. Nr. 88379. Kl. 42.

Die Stellung des Umkehrsystems *u* zum Objektiv und eigentlichen Okular wird in der erforderlichen Weise durch Verschiebung zweier Keile *k* verändert, die auf je eine mit dem bildumkehrenden Okulartheil verbundene Nase *n* wirken, und deren Bewegung mit Hülfe von Schnurleitungen vom vorderen Okulartheil aus erfolgt.

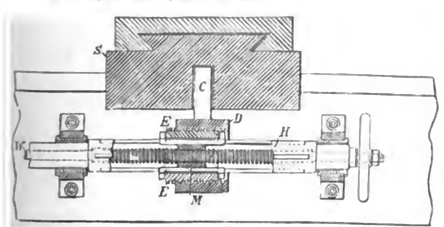


Verfahren zum Bohren von langen Arbeitsstücken von zwei Seiten gleichzeitig. J. Wagner in Hildesheim. 26. 5. 1895. Nr. 88 575. Kl. 49.

Das gegen Drehung gesicherte Arbeitsstück wird zwischen den Bohrern freischwebend horizontal gehalten, um sich während des Bohrens selbstthätig immer so einstellen zu können, dass die Bohrlochmitten auf einander treffen. Dadurch werden die durch eine feste Einspannvorrichtung hervorgerufenen schädlichen Seitenwirkungen auf die Bohrwerkzeuge und damit ein Verlaufen der letzteren ausgeschlossen.

Die Patentschrift enthält eine zur Ausführung dieses Verfahrens dienende Maschine.

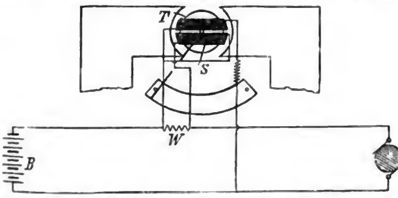
Vorrichtung zum Gewindeschneiden auf Drehbänken. J. Nägler in Leipzig-Volkmarsdorf. 26. 1. 1896. Nr. 88640. Kl. 49.



Eine auswechselbare Gewindepatrone *DEE* ist auf der Hohlwelle *H* dreh- und verschiebbar gelagert und mit dem Support *S* durch den Mitnehmer *C* verbunden. Beim Antrieb der Hohlwelle *H* dreht sich mit derselben die innere Schraubenspindel *W*, die Mutter *M* und das Patronengewinde *EE*, welches die Mutter *D* mit dem Mitnehmer *C* und Support *S* verschiebt.

Messvorrichtung zur Bestimmung der elektromotorischen Kraft von Stromsammlern. R. Hopfelt in Hagen i. W. 8. 12. 1895. Nr. 88649. Kl. 21.

Es wird ein Galvanometer mit zwei Spulen verwendet, von denen die eine *S* von einem dem Hauptstrome proportionalen, die andere *T* von einem der Klemmspannung der Batterie *B* proportionalen Strome so durchflossen wird, dass der Einfluss des inneren Widerstandes und der Polarisation der Batterie beinahe kompensirt wird. Hierzu muss die erstere Spule *S* so an den betreffenden Widerstand *W* des Hauptstromkreises angeschlossen sein, dass sie in gleichem Sinne vom Strome durchflossen wird wie die andere Spule, wenn ein Entladungsstrom die Hauptleitung durchfliesst, sodass sich in diesem Falle der Einfluss der beiden Spulen summirt. Dagegen ist dann bei derselben Schaltung, wenn die Batterie geladen wird, die Stromrichtung in den beiden Spulen entgegengesetzt, was auch erforderlich ist, da die Klemmspannung in diesem Falle grösser ist, als die zu messende elektromotorische Kraft. Auf diese Weise lässt sich das Ende der Ladung und Entladung, d. h. die Phasen, bei denen die elektromotorische Kraft einen vom gewöhnlichen stark abweichenden Werth annimmt, leicht bestimmen.

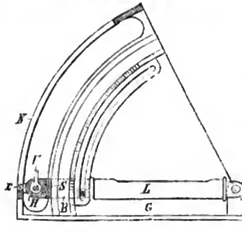


Bohrmaschine mit verschiebbarem Bohrständer. H. Nicolai in Neheim a. Rh. 23. 2. 1896. Nr. 88697. Kl. 49.

Der auf einem Schlitten *e* in horizontaler Richtung verschiebbare Bohrständer *g* kann in dazu senkrechter Richtung auf einem schräg ansteigenden Bett *a* verschoben werden, um die Bohrspindel gleichzeitig in vertikaler Richtung verstellen zu können.

Objektiv für photographische Zwecke. R. Steinheil in München. 28. 11. 1893. Nr. 88505. Kl. 57.

Das Objektiv besteht aus symmetrischen oder ähnlichen, nur im Maassstab verschiedenen Hälften, deren jede aus drei verkitteten Linsen zusammengesetzt ist, und zwar aus einer positiven Linse, welche von einer Bikonvexlinse und einer Bikonkavlinse eingeschlossen wird, die beide stärkere Brechung besitzen, als die eingeschlossene positive Linse.



Libellenquadrant mit Visir. P. Werner in Merseburg. 6. 11. 1894. Nr. 88537. Kl. 72.

Ein Schlitten *S*, welcher auf einem Gradbogen *B* gleitet, trägt einerseits die auf ihm seitlich verschiebbare und mit einem Zapfen *x* in einem schrägen Schlitz *N* des Quadrantengehäuses *G* geführte Visirhülse *H* und ist andererseits mit einer um den Mittelpunkt des Gradbogens *B* drehbaren Libelle *L* gekuppelt, sodass mit dem Quadranten direkt und ohne Weiteres auch indirekt gerichtet werden kann.

Patentliste.

Bis zum 1. Februar 1897.

Anmeldungen.

Klasse:

21. H. 18072. Wattmeter oder Elektrodynamometer für Gleich- und Wechselstrom. Hartmann & Braun, Bockenheim-Frankfurt a. M. 5. 12. 96.

H. 18075. Direkt zeigender Widerstandsmesser mit inhomogenem Magnetfelde und Differentialgalvanometerschaltung; Zus. z. Pat. 75503. Hartmann & Braun, Bockenheim-Frankfurt a. M. 7. 12. 96.

H. 17319. Wechselstrom-Motorzähler. G. Hookham, Birmingham. 11. 5. 96.

B. 19444. Selbstthätig wirkender Zeitmesser für Ferngespräche; Zus. z. Pat. 85463. M. Bösl, München. 1. 8. 96.

42. K. 14088. Registrirvorrichtung für Zählwerke an Maassstäben. J. Koslowsky, Breslau. 16. 6. 96.

R. 10486. Klemmer mit verschiebbaren Klemmstücken. J. W. Riglander, New-York. 11. 8. 96.

B. 19253. Wägevorrichtung für körniges Gut. W. H. Baxter, London. 19. 6. 96.

W. 12307. Schublehre. E. Weber, Pforzheim. 4. 11. 96.

49. B. 19380. Schneidwerkzeug für Metall, Holz u. dgl. F. Brunner, München. 17. 7. 96.

67. F. 8684. Schleif- und Polirvorrichtung. G. H. P. Flagg, Boston, Mass., V. St. A. 18. 11. 95.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 91075. Vorrichtung an elektrischen Messgeräthen zum Unschädlichmachen störender magnetischer oder elektrischer Einflüsse. Siemens & Halske, Berlin. 14. 6. 96.

Nr. 91139. Papierführung an Hughes-Apparaten. Siemens & Halske, Berlin. 13. 8. 96.

Nr. 91219. Hahnfassung für elektrische Glühlampen; Zus. z. Pat. 78338. P. Seubel, Berlin. 3. 6. 96.

42. Nr. 91064. Verfahren zur Herstellung von Stahlfederzirkeln; Zus. z. Pat. 85611. G. Schoenner, Nürnberg. 29. 9. 96.

Nr. 91192. Barometer mit zwei Flüssigkeiten. N. Giro, Berlinchen, Kr. Soldin. 29. 11. 96.

Nr. 91194. Entfernungsmesser. G. Hartmann, Eiserfeld i. W. 27. 3. 96.

Nr. 91195. Zirkel mit abnehmbarer seitlicher Verlängerungsstange. J. W. Kaiser, Cleveland, Ohio, V. St. A. 29. 4. 96.

Nr. 91196. Raummesser (Volumenometer); Zus. z. Pat. 77528. C. Wülbern, Köln a. Rh. 16. 8. 96.

48. Nr. 91147. Verfahren zum Reinigen von Eisen- und Stahlgegenständen. Dr. Focke, Eidelstedt. 28. 7. 96.

49. Nr. 91093. Werkzeug zur Ausführung zentraler Bohrungen. M. Morsching, Ober-Glogau, O.-S. 27. 6. 96.

67. Nr. 91215. Hohler Handschleifstein. P. Kraus, Ransbach, Westerwald. 20. 2. 96.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 5. **1. März.** **1897.**

Die Mehrphasenströme und der Drehstrom.

Eine gemeinfassliche Darstellung.

Von

Hans Görges in Charlottenburg.

(Fortsetzung.)

Rotirende Magnetpole in ruhendem Eisen. — Mit Gleichstrom kann man einen Eisenring so magnetisiren, dass an zwei diametral gegenüberliegenden Punkten zwei Pole N und S (Nordpol und Südpol) entstehen. Auf der oberen und der unteren Hälfte des Ringes ist je eine Wickelung angebracht, die hinter einander oder wie in *Fig. 12* parallel geschaltet werden. Nimmt man statt des Gleichstromes Wechselstrom, so werden an denselben Stellen Pole auftreten, aber diese Pole werden dem Wechsel des Stromes entsprechend an derselben Stelle bald Nord- und bald Südpol sein, sie werden aber immer an denselben Stellen bleiben, wenn sich das Eisen oder die Wickelung nicht bewegt. Der Mehrphasenstrom dagegen ermöglicht es, wie wir nachher sehen werden, dass die Pole sich bei nahezu gleichbleibender Stärke im Eisen verschieben, ohne dass sich das Eisen selbst oder die Wickelung verschiebt. Man kann also mit Hülfe des Mehrphasenstromes die Pole in dem Ringe herumlaufen lassen und zwar so, dass sie während einer Periode genau einen Umlauf ausführen. Den Bereich des von den Polen beeinflussten Raumes nennt man ihr *magnetisches Feld.* Der Wechselstrom ist also im Stande *pulsirende* Felder zu erzeugen, der Mehrphasenstrom dagegen *rotirende* Felder zu erzeugen, ohne dass sich das Eisen oder die Kupferdrahtwickelung bewegt. Mit rotirenden Feldern ist man leicht im Stande, gute Motoren zu bauen. Der Mehrphasenstrom eignet sich daher im Gegensatz zum Wechselstrom in vorzüglicher Weise zum Betriebe von Motoren.

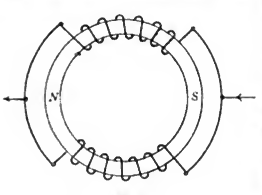


Fig. 12.

Beim Zweiphasenstrom kommt die Rotation der Pole in einem Ringe in folgender Weise zu Stande. In dem einen Stromkreis liegen die einander diametral gegenüber befindlichen Spulen I und I' *(Fig. 13).* A_1 und E_1 sind Anfang und Ende der Wickelung. Beide Spulen sind so geschaltet, dass ein Strom, der von A_1 nach E_1 fliesst, bei N_1 einen Nordpol, bei S_1 einen Südpol erzeugt. Ebenso ist das im zweiten Stromkreis liegende Spulenpaar II II' so geschaltet, dass ein von A_2 nach E_2 fliessender Strom unten einen Nordpol N_2, oben einen Südpol S_2 erzeugt. Ist in beiden Stromkreisen Strom in der angegebenen Richtung vorhanden, so entsteht ein resultirender Nordpol N, der zwischen den beiden Einzelpolen liegt, also rechts unten, und genau diametral gegenüber ein resultirender Südpol S. Je stärker der in I I' fliessende Strom ist, um so mehr rücken die Pole nach der Horizontalen, je stärker der in II II' fliessende Strom ist, um so mehr rücken die Pole nach der Vertikalen.

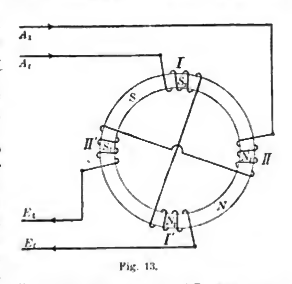


Fig. 13.

Wenn nun zuerst der Strom in *I I'* sein Maximum hat und zugleich der Strom in *II II'* Null ist, so liegen die Pole links und rechts, und zwar der Nordpol rechts. Nimmt nun der Strom in *I I'* ab, der in *II II'* zu, so rückt der Nordpöl mehr und mehr nach unten und befindet sich genau in der Vertikalen, wenn der Strom in *II II'* sein Maximum erreicht hat und der Strom in *I I'* Null geworden ist. Nun kehrt sich der Strom in *I I'* um, er sucht jetzt also links einen Nordpol zu erzeugen, während *II II'* den Nordpol nach wie vor unten zu erzeugen suchen. Der resultirende Nordpol wird also jetzt nach links von der Vertikalen rücken. Wenn der Strom in *I I'* in der neuen Richtung sein Maximum erreicht hat, so ist der Strom in *II II'* wieder Null geworden und der Nordpol liegt jetzt links in der Horizontalen. Der Nordpol ist also in einer halben Periode von rechts über unten nach links im Ringe weiter gewandert und hat einen halben Umlauf vollendet. Während der folgenden halben Periode läuft er weiter über oben nach rechts zurück, da sich nun der Strom in *II II'* umkehrt. Die Pole laufen also während einer Periode einmal im Ringe herum, ohne dass sich der Eisenkern oder die Wickelung mechanisch dreht.

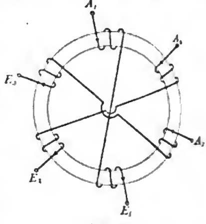


Fig. 14.

Andere Formen des Mehrphasenstromes. — Inzwischen verallgemeinerte man den Begriff des Mehrphasenstromes. Man nahm z. B. statt zweier Stromkreise mit $\frac{180^0}{2} = 90^0$ Phasenverschiebung deren drei mit $\frac{180^0}{3} = 60^0$ Phasenverschiebung. Der Ring wird in diesem Falle mit sechs Spulen bewickelt, die gleichmässig auf dem Umfange vertheilt sind, also um 60^0 von einander abstehen. Je zwei diametral gegenüberliegende Spulen sind wieder hinter einander geschaltet und gehören demselben Stromkreise an *(Fig. 14)*. Die Wirkung ist ähnlich wie beim Zweiphasenstrom, nur erfolgt die Rotation der Pole noch gleichmässiger; auch sind die Pulsationen in der Stärke der Pole bei 6 Spulen geringer, als bei 4 Spulen; endlich gewinnt man auf diese Weise bei gleich grosser erregender Stromstärke stärkere Pole. Die Anwendung von 6 Spulen ist also in jeder Beziehung vortheilhaft. Während man aber beim Zweiphasenstrom nur vier Leitungen brauchte, sind jetzt sechs nöthig. Wegen der wachsenden Zahl der Leitungen ist man zu einer noch grösseren Anzahl von Strömen in der Praxis nie geschritten.

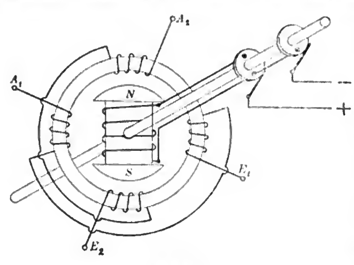


Fig. 15.

Verwendung des rotirenden Feldes für Motoren. — Man kann das Prinzip des rotirenden Feldes in zweierlei Weise zum Bau von Motoren benutzen. Man kann innerhalb des Ringes, in dem die Pole rotiren, einen Elektromagneten anordnen, der drehbar auf einer Welle sitzt und durch Gleichstrom von aussen erregt wird, wie *Fig. 15* zeigt. Einmal in Bewegung gesetzt wird der Elektromagnet von den rotirenden Polen mitgenommen und zwar in derselben Richtung und mit genau derselben Geschwindigkeit, mit der die Pole selbst rotiren. Solche Motoren nennt man *synchrone*, weil Pole und Elektromagnet in derselben Zeit einen Umlauf vollenden. Statt des Elektromagneten kann man aber auch einen Eisenring, der mit vielen in sich geschlossenen Windungen umgeben ist, drehbar in dem äusseren Ringe anordnen *(Fig. 16)*. Der innere Ring wird dann gleichfalls von den Polen mitgenommen, er läuft aber nie genau ebenso schnell wie diese, vielmehr ist seine Geschwindigkeit immer etwas geringer. Solche Motoren heissen daher *asynchrone*. In den in sich geschlossenen Windungen des inneren Ringes werden nämlich dadurch, dass die Pole ihrer grösseren Geschwindigkeit wegen an ihnen vorübergehen, elektrische Ströme erzeugt. Durch die Wechselwirkung zwischen den Polen und den Strömen in den Kurzschlusswindungen entstehen Kräfte, die den inneren Ring veranlassen, sich zu drehen.

Die beschriebenen Anordnungen sind ganz schematisch gehalten, die *Ausführung* kann in der verschiedensten Weise geschehen. Man kann z. B. den inneren Theil zum äusseren machen, man kann auch die Theile, die in den *Fig. 15* und *16* rotiren, stillstehen und die anderen Theile rotiren lassen; man kann an Stelle des rotirenden Eisenrings, um den die Drähte gewickelt sind, einen Eisenzylinder, eine sogenannte Trommel, nehmen, bei der die Drähte auf der Zylinderfläche parallel zur Achse geführt sind und die Ebenen der einzelnen Windungen durch die Achse gehen; man kann endlich die Wickelungen so ausführen, dass statt zweier Pole eine ganze Anzahl auftreten.

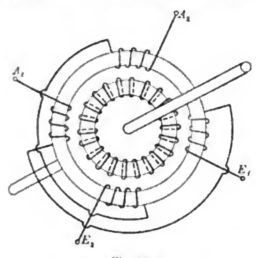
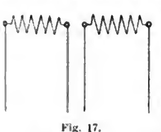
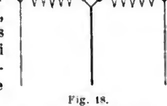


Fig. 16.

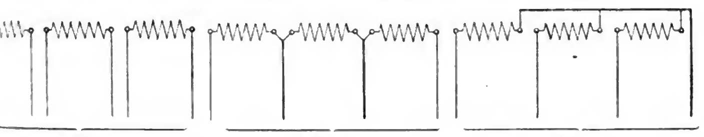
Verringerung der Zahl der Leitungen. — Um die Zahl der Leitungen zu verringern, kann man die beiden zu E_1 und E_2 *(Fig. 16)* führenden Leitungen zu einer gemeinschaftlichen Rückleitung vereinigen. Dieser Draht muss dann die jeweilige Summe der beiden Ströme führen und ist daher stärker zu wählen, als die beiden anderen. Beim Zweiphasenstrom sind daher entweder vier gleich starke Leitungen *(Fig. 17)*, oder drei Leitungen, darunter zwei gleich starke und eine stärkere *(Fig. 18)*, erforderlich. Wir werden später sehen, dass der Zweiphasenstrom mit drei Leitungen bei hohen Spannungen viel Kupfermaterial erfordert und daher keineswegs das günstigste System ist.


Fig. 17.


Fig. 18.

Man kann dieses System verallgemeinern, indem man mehr als zwei Stromkreise, allgemein n, verwendet. Es bieten sich dann zwei Möglichkeiten, die Zahl der Leitungen zu verringern. Man kann einmal je zwei aufeinanderfolgende Leitungen mit einander vereinigen und dadurch $(n - 1)$ mit einander verbundene und zwei freie Leitungen, also im Ganzen $(n + 1)$ Leitungen erhalten. Die andere Möglichkeit besteht darin, alle n Rückleitungen in eine einzige gemeinsame und stärkere Rückleitung zu vereinigen. Auf diese Weise gelangt man wiederum zu $(n + 1)$ Leitungen.

Für Dreiphasenstrom erläutern die *Fig. 19, 20* und *21*, wie die Zahl der Leitungen verringert werden kann. *Fig. 19* zeigt das System mit getrennten Hin- und Rückleitungen, also mit 6 Leitungen. In *Fig. 20* sind je zwei neben einander liegende Leitungen vereinigt, sodass zwei äussere schwächere und zwei innere stärkere Leitungen vorhanden sind. In *Fig. 21* endlich ist jedesmal die rechte Leitung der einzelnen Stromkreise zu einer gemeinsamen stärkeren Rückleitung vereinigt. Diese Systeme sind indessen nur in der Literatur aufgestellt, finden aber keine praktische Verwendung und sind nur Verallgemeinerungen der in der *Fig. 18* dargestellten Vereinigung von zwei Leitungen, die beim Zweiphasenstrom vielfach angewendet wird.


Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21.

Unabhängigkeit der Stromkreise von einander. — Die bisher beschriebenen Systeme haben sämmtlich die Eigenschaft, dass man den Stromstärken und Spannungen in den einzelnen Kreisen beliebige vorgeschriebene Grössen und Phasen geben kann. Sie brauchen nicht in irgend welchen Beziehungen zu einander zu stehen. Man kann z. B. die Spannungen einzelner Kreise grösser wählen als die der anderen, ja man kann sie einzeln während des Betriebes grösser oder kleiner machen, ohne dass die anderen deswegen auch verändert werden müssten. Die Stromkreise

können daher unabhängig von einander regulirt werden. Bei dem in der Praxis von diesen Systemen allein verwendeten Zweiphasenstrom kann man die Regulirung der Spannungen durch Einschalten von Widerständen in die Stromkreise in bequemer Weise vornehmen, wie *Fig. 22* für das System mit gemeinsamer Rückleitung andeutet. Ist in der Gruppe II die Spannung zu hoch, weil hier weniger Lampen als in Gruppe I eingeschaltet sind, so kann man durch den Regulirwiderstand R_2 Widerstand in die Leitung b einschalten und dadurch die Spannung wieder auf die richtige Höhe bringen.

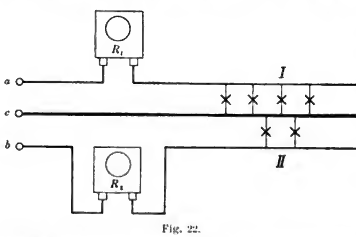


Fig. 22.

Es giebt nun aber auch Mehrphasensysteme, bei denen die Unabhängigkeit der Stromkreise von einander nicht mehr vorhanden ist, die dafür aber andere wichtige Vorzüge besitzen. Dies sind die *verketteten Mehrphasenströme*.

(Schluss folgt.)

Vereins-Nachrichten.

D. G. f. M. u. O. Zweigverein Hamburg-Altona. Sitzung vom 9. Februar 1897. Vorsitzender: Herr Dr. Krüss.

Die Herren Max Bekel-Hamburg und K. A. Walter-Altona werden ordnungsgemäss als Mitglieder aufgenommen. — Da ein Neudruck der Satzungen nothwendig ist, werden einige erforderlich gewordene Aenderungen und Ergänzungen der bisherigen Satzungen berathen. Die auf Grund der Erörterungen gutgeheissenen veränderten Satzungen sollen als Entwurf den Mitgliedern mit der Einladung zur nächsten Sitzung zugehen; dann wird endgültig darüber beschlossen werden. — Herr Direktor Max Hauffe führt die Rechenmaschine „Brunsviga" von Ernst Schuster in Berlin vor, die sich durch kompendiöse Form, praktische Anordnung und Leichtigkeit der Handhabung auszeichnet; sie ist für Opetionen mit Zahlen eingerichtet, die bis zu 9 Stellen haben. — Sodann zeigt Herr Paul Fentzloff Kohlenpräparate der Firma C. Bühring & Co. in Hamburg vor; dieselben sind sehr dicht gepresst, werden in verschiedenen Formen und Körnungen geliefert und eignen sich vorzüglich zur Benutzung beim Löthen und Härten, sowie zum Abschleifen von Skalen. — Derselbe regt sodann die Frage der Gründung eines Handelsmuseums an, welches in vorzüglichster Weise geeignet sei, den Export der Erzeugnisse des hamburgischen Gewerbes kräftigst zu fördern. Wegen der Wichtigkeit und Schwierigkeit der Sache soll versucht werden mit anderen Vereinen Fühlung zu gewinnen, und später auf dieselbe zurückgekommen werden. *H. K.*

Kleinere Mittheilungen.

Ueber die Entdeckung neuer Elemente im Verlaufe der letzten fünfundzwanzig Jahre und damit zusammenhängende Fragen.

Vortrag, gehalten vor der Deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin am 11. Januar 1897.
Von Clemens Winkler.
Ber. d. Deutsch. chem. Ges. 30. S. 6. 1897.

Der äusserst inhaltreiche und formvollendete Vortrag des Redners ging aus von einer Betrachtung der relativen Häufigkeit der Elemente auf der Erde. F. W. Clarke hat hierüber zuerst eine anschauliche Erörterung angestellt, indem er annahm, dass die Zusammensetzung der festen Erdkruste bis zu einer Tiefe von 10 englischen Meilen = 16 *km* dieselbe sei, welche wir an der Oberfläche und den bisher erforschten Tiefen kennen. Das mittlere spez. Gewicht dieser Kruste beträgt etwa 2.5, also noch nicht die Hälfte von demjenigen der Gesammterde, welches sich auf etwa 5.8 beläuft. Bei Hinzurechnung des Meeres und der Atmosphäre erweist sich diese äussere Schicht als zur Hälfte aus Sauerstoff und zu einem Viertel aus Silicium bestehend; die übrigen 25% fallen auf die übrigen Elemente und zwar 7,30% auf Aluminium, 5,10% auf Eisen, 3,50% auf Calcium, 2,50% auf Magnesium, je 2,20% auf Kalium und Natrium, und, was besonders auffallend erscheint, nur 0,94% auf Wasserstoff, 0,21% auf Kohlenstoff, 0,09% auf Stickstoff und 0,16% auf Chlor. Man erkennt hieraus wie wenig das Bild der Oberfläche der Erde ihrer Durchschnittsbeschaffenheit entspricht und wie sich unsere Vorstellung von der relativen Häufigkeit der Elemente verschiebt: dem Elemente von kleinem spezifischem Gewicht

und grosser Flüchtigkeit, wie Wasserstoff und Stickstoff, die uns in unserer Umgebung in ungeheurer Menge entgegentreten, werden zu untergeordneten Bestandtheilen unseres gesammten Himmelskörpers.

Für die Auffindung von Elementen sind nun nicht nur die ausgezeichneten Forschungsmittel, die starken Ströme, mit denen es Moissan gelang z. B. das Fluor aus seinen Verbindungen abzuscheiden, ferner die Spektralanalyse von Nutzen gewesen, sondern auch ganz besonders das von Mendelejeff aufgefundene Gesetz der Periodizität, mit dessen Hülfe die Existenz von Elementen und ihre Eigenschaften richtig vorausgesagt wurden; so sind die von Mendelejeff vorausgesagten Elemente Ekabor, Ekaaluminium und Ekasilicium, identisch mit den von Nilson, von Lecoq de Boisbaudran und von Clemens Winkler entdeckten Elementen Scandium, Gallium und Germanium.

Die Ausbildung der Gasglühlichtbeleuchtung hat den Anlass gegeben zu ausgedehnten Untersuchungen der Ceritmetalle, des Cerium, Lanthan und Didym, und es ist Carl Auer von Welsbach gelungen, das letzte in zwei Elemente, das Praseodym und das Neodym, zu zerlegen. Die Existenz einer ganzen Reihe vermutheter Elemente steht noch nicht fest, und dieselben sind auch zum grössten Theil bald nach ihrem Erscheinen wieder von der Bildfläche verschwunden. Als Kuriosum erwähnt der Redner das von Herrn Kosmann kürzlich entdeckte Kosmium und Neokosmium, dessen Erdendarstellung zum Patent angemeldet worden sind.

Redner spricht alsdann von den beiden neuentdeckten Elementen, Argon und Helium, welche sich bis jetzt auf keine Weise in Beziehung zum periodischen System bringen lassen, und spricht im Anschluss daran die Hoffnung aus, dass die Entdeckung der beiden Elemente Anlass zum weiteren Ausbau des periodischen Systems geben wird. *Fk.*

Physikalisches Staatslaboratorium in England.

The Electrician 38. S. 538. 1897.

Das Davy-Faraday-Laboratorium, über dessen Gründung im *Vbl. 1896. S. 154* berichtet wurde, ist der Forschung auf dem Gebiete der reinen und der physikalischen Chemie gewidmet; für die Schaffung eines zweiten Instituts, dem die Pflege der reinen und angewandten Physik obliegen soll, ähnlich wie der Phys.-Techn. Reichsanstalt in Deutschland, hatten sich in England schon seit längerer Zeit viele und gewichtige Stimmen erhoben. Um diese Angelegenheit in Fluss zu bringen, haben die *British Association* und die *Royal Society* an den englischen Premierminister Marquis of Salisbury am 16. v. M. eine Deputation von 28 Gelehrten und Technikern gesandt, unter denen sich Männer wie Lord Rayleigh, Henry Roscoe, Prof. W. E. Ayrton, R. T. Glazebrook, Dr. J. Hopkinson, W. H. Preece, Prof. A. W. Rücker, Prof. Silvanus Thompson befanden; Lord Kelvin war an der Theilnahme verhindert, liess jedoch ausdrücklich seine Zustimmung zu dem Zwecke der Deputation erklären. Prof. Rücker, als Sprecher der Deputation, begründete den Wunsch nach einem physikalischen Staatslaboratorium, für welches die Gewährung von 30000 £ an einmaligen und von 5000 £ jährlich an fortlaufenden Ausgaben erbeten wurde, nach drei Richtungen hin: das Institut solle im Interesse der Wissenschaft und zur Förderung der Technik erstens Untersuchungen durchführen, die für den Einzelnen zu langwierig und für die Laboratorien der Lehranstalten zu kostspielig seien, es solle ferner Messinstrumente prüfen und beglaubigen, sowie endlich eine Feststellung der wichtigsten physikalischen Konstanten in Angriff nehmen — wie man sieht, ganz das Programm unserer Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. Auf diese und das in Paris bestehende *Bureau International des Poids et Mesures* sowie auf die von denselben erzielten Erfolge nahm Prof. Rücker ausdrücklich Bezug; freilich besitze man in dem *Kew Observatory* bereits eine ähnliche Institution, jedoch sei sie mit zu geringen Mitteln ausgestattet (447 £ im Jahre) und ihre Thätigkeit müsste sich auf die Meteorologie beschränken; das *Kew Observatory* könnte aber den Ausgangspunkt für das gewünschte Staatslaboratorium bilden, welches aus ihm durch allmählichen Ausbau entwickelt werden solle. — Der englische Premierminister verhielt sich in seiner Antwort ziemlich kühl gegen die Wünsche der Deputation. Er betonte, dass die genannten Beträge nur als erste Raten gedacht sein könnten; wie weit sich nach und nach die finanzielle Beanspruchung des Staatssäckels erstrecken würde, lasse sich noch nicht absehen; die Entscheidung über die Durchführung des Planes in seiner vollen Ausdehnung liege beim Schatzsekretär, der wohl nicht geneigt sein werde, sich und seine Nachfolger für die Gewährung unbestimmter Summen zu verpflichten; hingegen sei die Prüfung und Beglaubigung der Messinstrumente eine Aufgabe, die der Staat nicht von sich weisen könne, und es erscheine zweckmässig, die Bestrebungen zunächst auf diesen Punkt zu konzentriren. — Darnach scheint es also, als ob die Gründung einer Reichsanstalt, wie wir sie in Deutschland besitzen, in England während der nächsten Jahre noch nicht erfolgen wird. *Bl.*

Dénaturation rationelle de l'alcool.

Von Georges Jacquemin.

Compt. rend. 122. S. 1502. 1896.

Zur Denaturirung von Alkohol, besonders im Hinblick auf die Spiritusglühlichtindustrie, schlägt Vf. das „sulfurirte indifferente Oel von Zeiss“ vor; dasselbe besteht im Wesentlichen aus Aethylmerkaptan, siedet zwischen 70° und 102° und ist aus dem mit ihm denaturirten Spiritus nicht wieder zu entfernen. Vf. meint, dass der furchtbare Geruch des Merkaptans bei der grossen Verdünnung (5 *g* Oel in 1 *hl* Alkohol von 90%) so abgeschwächt wird, dass der Spiritus wohl für Genusszwecke, nicht aber für Beleuchtungszwecke unbrauchbar wird. *Fk.*

Bücherschau.

G. Alpers jr., Führer durch die praktische Photographie. 3. Aufl. von Haugk's Repetitorium der praktischen Photographie. gr. 8°. VIII, 108 S. m. 34 Abbildgn. Weimar, B. F. Voigt. 2,50 *M.*

F. Schmidt, Kompendium der praktischen Photographie. 4. Aufl. gr. 8°. XVI, 426 S. m. Abbildgn. Karlsruhe, O. Nemnich. 5 *M.*, geb. 6 *M.*

Glas-Industrie-Kalender. Herausgegeben von E. Tscheuschner. 1897. 12°. VIII S.; Tagebuch, 120 und 40 S. Leipzig, Schulze & Co. Geb. in Leinw. 2 *M.*

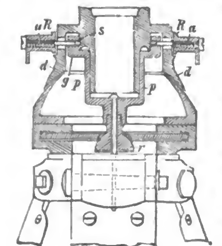
C. Gronert, Das Gebrauchsmustergesetz in der Praxis. 8°. VII, 92 S. Berlin, Selbstverlag des Vf. (NW., Luisenstr. 42). 1,10 *M.*

Der Verfasser, einer unserer ältesten Patentanwälte, giebt, gestützt auf seine ausgebreiteten Erfahrungen, eine Erläuterung des Reichsgesetzes vom 1. Juni 1891 betr. den Schutz von Gebrauchsmustern; besonders wird der Begriff des Gebrauchsmusters, der Kreis der schutzfähigen Gegenstände und das Verfahren bei Anmeldung, Einspruch u. s. w. erörtert. Das Buch enthält ferner das Patentgesetz vom 7. April 1891, die Uebereinkommen Deutschlands mit Oesterreich, Italien und der Schweiz über den Musterschutz, sowie endlich eine Reihe von Formularen. — Da der Gebrauchsmusterschutz sich auch in den Kreisen der deutschen Präzisionstechnik immer mehr Eingang verschafft, so wird das Buch eine willkommene Anleitung bei Nachsuchung dieses Schutzes sein. *Bl.*

A. Wagener, Elemente der Mechanik. Leitfaden zum Gebrauch an Handwerkerschulen, gewerblichen Fortbildungsschulen u. s. w. 8°. IV, 123 S. m. 65 Fig. Dessau, Paul Baumann. Geb. 2,00 *M.*

Der vorliegende Leitfaden, aus Vorträgen des Verfassers an der Dessauer Handwerkerschule entstanden, ist durch seine stete Anlehnung an die Praxis ganz besonders geeignet, in unserer gewerblichen Jugend Sinn für die Gesetze der Mechanik zu erwecken. Das Buch enthält neben den Hauptsätzen der Statik und Dynamik fester und tropfbar flüssiger Körper am Schluss einen kurzen Umriss der Festigkeitslehre, welche dem Schüler am besten die Wichtigkeit und Anwendungsfähigkeit der vorher gegebenen Gesetze vor Augen führt. Die im Anhang beigegebenen Aufgaben sammt Lösungen sind glücklich gewählt. Hie und da könnten die Resultate auf eine geringere Stellenzahl abgerundet sein, damit dem wohlgemeinten aber unkritischen Verfahren vieler Schüler, die Resultate mit unnöthig viel Dezimalstellen zu geben, nicht Vorschub geleistet wird. Das Buch sei unseren Handwerkerschülern bestens empfohlen. *G.*

Patentschau.



Zentrir- und Horizontir-Vorrichtung für Theodoliten und ähnliche Instrumente. A. J. Littlejohn und P. Still in Wellington, Kolonie New-Sealand. 17. 11. 1895. Nr. 88937. Kl. 42.

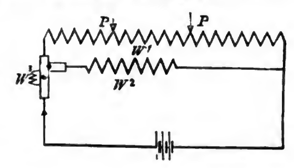
Zur Feststellung der Zentrir- und Horizontir-Vorrichtung eines Theodoliten oder ähnlichen Instrumentes dient ein Verbindungsstück *p* mit gangspillartigem Kopf *g*, der die Horizontirvorrichtung *d* vermöge eines Schraubengewindes *s* festgeklemmt und zu gleichzeitiger Festklemmung der Zentrirvorrichtung mit einem Schwanzstück *r* in der Zentrirplatte *b* kugelgelenkartig drehbar ist. In die Löcher des Kopfes *g* fassen die Fortsätze zweier Schrauben *a*, die in einem mit Handhaben versehenen Ring *R* sitzen. Durch Drehung dieses Ringes wird die Zentrir- und Horizontir-Vorrichtung festgeklemmt oder wieder gelockert.

Verfahren zur Reinigung von Braunsteinelektroden für galvanische Elemente. A. Heil in in Fränkisch-Crumbach. 6. 10. 1895. Nr. 88 163. Kl. 21.

Die Elektroden werden vor ihrer Ingebrauchnahme zur Entfernung bezw. Oxydation von metallischen Beimengungen als Anoden in einem Zinkchlorid enthaltenden Chlorammoniumbade einer Zink- oder Eisenelektrode gegenübergestellt und alsdann mit Wasser abgespült.

Apparat zur Messung von elektrischen Spannungsdifferenzen nach der Kompensationsmethode. R. Franke in Hannover. 26. 1. 1896. Nr. 88 650. Kl. 21.

Am Widerstand W^1 wird in bekannter Weise ein bestimmtes Spannungsgefälle durch Stromlosmachen eines Elements, welches an den Stellen P angelegt wird, hergestellt. Um nun auch kleinere Spannungen nach diesem Verfahren mit derselben Genauigkeit messen zu können und eine dekadische Veränderung dieses Spannungsgefälles ohne Aenderung des Gesammtwiderstandes im Stromkreise zu erzielen, wird hier ein regelbarer Nebenschlusswiderstand W^2 zum Widerstand W^1 und zugleich ein veränderbarer Widerstand W^3 im Hauptstromkreise einschaltbar angeordnet.



Apparat zur Prüfung der Härte von Stahlkugeln, insbesondere der Stahlkugeln für Kugellager. E. Peitz in Berlin. 9. 4. 1896. Nr. 89 231. Kl. 42.

Die zu prüfenden Kugeln fallen aus einem Behälter mit schräger Laufrinne auf einen glasharten Körper auf, der einem in seiner Höhenlage verstellbaren Schieber gegenüber derart angeordnet ist, dass die gut gehärteten beim Aufschlagen eine bestimmte Sprunghöhe aufweisenden brauchbaren Kugeln über den Schieber in einen Sammelbehälter springen, während die unbrauchbaren Kugeln, ihrer geringeren Sprunghöhe wegen, nicht zu diesem Behälter gelangen, also von den guten Kugeln geschieden werden.

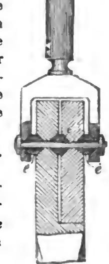
Zirkel zum Zeichnen beliebiger Figuren (Kurven, Quadrate, Dreiecke u. s. w.) auch als Grenzsteinzirkel benutzbar. Szelinski in Braunschweig. 25. 1. 1896. Nr. 88 761. Kl. 42.

Bei diesem nach Art eines Fallzirkels eingerichteten Instrument gleitet während des Zeichnens ein an seinem Stützpunkte c mit der Zirkelachse a verbundener zweiarmiger Hebel mit dem oberen Arme an einer feststehenden Bahn d, wodurch der untere Arm, bestehend aus einer Ziehfeder oder dergleichen in radialer Richtung in der Weise bewegt wird, dass Vorsprünge an der Gleitbahn in der Kreisbahn der Ziehfeder Abflachungen oder Ausschnitte bewirken, deren Grösse und Form bedingt wird durch die Grösse und Form der Vorsprünge.



Zirkelgelenk mit Kugeln. G. Schoenner in Nürnberg. 5. 3. 1896. Nr. 88 764. Kl. 42.

Zur Erzielung eines sanften Ganges und zu empfindlicher Regulirung findet sowohl die Drehung der Schenkel gegen einander als auch die Drehung des Zirkelkopfes im Bügel über Kugeln e statt, welche zwischen den einander zugekehrten Flächen auf dem Bolzen der Verbindungsschraube sitzen.



Drehherz oder Spannring aus mehreren um einander drehbaren Theilen bestehend. C. B. Axt in Chemnitz. 13. 11. 1895. Nr. 89 006. Kl. 49.

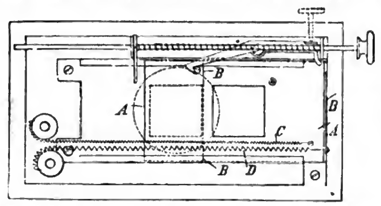
Das Drehherz besteht aus mehreren um einander drehbaren Theilen, welche so auseinandergeklappt werden, dass das Drehherz seitlich an das Werkstück angelegt und von ihm abgenommen werden kann, während das letztere zwischen den Spitzen der Drehbank eingespannt ist. Alle hervorstehenden Theile, welche die Kleidung des Arbeiters erfassen könnten, sind dabei vermieden.

Sphärisch und chromatisch korrigirtes Objektiv. C. Zeiss in Jena. 17. 3. 1896. Nr. 88 889. Kl. 57.

Zur Korrektion der chromatischen und sphärischen Abweichung bei einem aus untereinander verkitteten Einzellinsen bestehenden Linsensystem wird eine Zerstreuungslinse aus Flintglas mit einer Sammellinse aus Glas von annähernd gleichem Brechungsvermögen, aber geringerer Dispersion so verbunden, dass beide Theile sich ergänzen zu einer Linse von höherer Dispersion, als das angewandte Flintglas besitzt.

Luftthermometer. H. Teudt in Berlin. 29. 11. 1895. No. 88882. Kl. 42.

Zwischen dem Luftgefäss und der nahezu waagerecht liegenden Messröhre ist ein senkrecht stehendes, mit Quecksilber gefülltes Rohr eingeschaltet. Dieses Rohr ist mit solchen Erweiterungen versehen, dass bei Temperaturveränderungen im Luftgefäss der Druck nahezu konstant bleibt und man demnach die Volumänderungen und somit die Temperatur direkt messen kann.



Photographischer Schlitzverschluss. N. Hansen in Paris. 10. 7. 1896. Nr. 88478. Kl. 57.

Der Schlitzverschluss besteht aus zwei unabhängig von einander beweglichen, hinter einander an der Objektiv-Oeffnung vorbeigleitenden Schiebern *AB*, welche durch Federn *CD* von verschiedener Stärke derart angetrieben werden, dass die stärkere den öffnenden, die schwächere den schliessenden Schieber bewegt.

Sphärisch, chromatisch und astigmatisch korrigirtes Objektiv. C. P. Goerz in Schöneberg b. Berlin. 3. 10. 1894. Nr. 89458. Kl. 57. (Zus. z. Pat. 74437.)

Die eine der durch das Patent Nr. 74437 geschützten Objektivformen wird dahin abgeändert, dass die positive Linse von mittlerer brechender Kraft, anstatt in die Mitte zwischen zwei negativen Linsen, an die eine Aussenseite des Systems gelegt wird, während die beiden negativen Linsen direkt mit einander verbunden werden.

Patentliste.

Bis zum 15. Februar 1897.

Anmeldungen.

Klasse:

21. Sch. 11848. Körnermikrophon, bei welchem der Füllmasse eine schüttelnde Bewegung ertheilt wird. C. J. Schwarze, Adrian, Mich., V. St. A. 24. 8. 96.

M. 12553. Verfahren zur Herstellung einer Isolirmasse für elektrotechnische Zwecke. L. F. A. Magdolf, Berlin. 5. 2. 96.

42. H. 17514. Vorrichtung zur Aufhebung der Biegung eines drehbaren Freiträgers, insbesondere eines Fernrohres. C. Hoppe, Berlin. 2. 7. 96.

T. 5071. Vorrichtung zum Fernmelden der Temperatur. Töpffer & Schädel, Berlin. 12. 8. 96.

Z. 2255. Einrichtung zur Erzeugung von Doppelbildern bei winkelmessenden Fernrohren. C. Zeiss, Jena. 24. 11. 96.

C. 6512. Apparat zum selbstthätigen Registriren des Standes meteorologischer Instrumente auf beliebige Entfernungen. L. Cerebotani, München und A. Silbermann, Berlin. 14. 12. 96.

49. Sch. 11651. Spiralbohrer, Reibahlen o. dgl. mit theilweise hinterfräster Umfläche. A. Schmidt, Berlin. 8. 6. 96.

K. 13336. Schraubenschneidemaschine mit Revolverdreh- und Bohrvorrichtung. F. Kraft-Siegrist, Halle a. S. 25. 10. 95.

57. S. 9509. Sucheranordnung für Kameras mit hoch und quer verschiebbarem Objektiv. H. Svensson, Göteborg, Schweden. 1. 6. 96.

G. 9820. Serienapparat mit zwei Filmbändern. R. D. Gray, New-York. 1. 6. 95.

70. D. 7542. Zeichenbrett. Frau M. Denecke, Schöneberg bei Berlin. 18. 5. 96.

D. 7779. Reissschiene. H. Dubois, Freiburg i. Br. 29. 9. 96.

74 B. 19767. Thermostatischer Feuermelder. H. Baer, H. Bosch und W. D. Greanelle, New-York. 19. 10. 96.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 91428. Elektrische Bogenlampe. H. J. Fisher, Kent, Engl. 21. 2. 96.

Nr. 91429. Strommesser mit in Flüssigkeit eintauchendem Messkörper. A. Wright, Sussex, Engl. 17. 5. 96.

42. Nr. 91470. Koïnzidenzenzähler. M. Schöning, Berlin. 22. 4. 96.

Nr. 91472. Quecksilberluftpumpe. A. Barr, Glasgow und W. Strouds, Leeds. 30. 5. 96.

67. Nr. 91352. Maschine zum Rundschleifen von roh vorgearbeiteten Metall- oder Stahlkugelkörpern. J. Vorraber, Gauting bei München. 24. 6. 96.

74. Nr. 91363. Elektrische Vorrichtung zur Uebermittelung von Befehlen oder Zeichen. Zus. z. Pat. 70092. E. Pabst, Gut Bellevue bei Köpenick. 30. 4. 96.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 6. **15. März.** **1897.**

Die Mehrphasenströme und der Drehstrom.

Eine gemeinfassliche Darstellung.

Von

Hans Görges in Charlottenburg.

(Schluss.)

Das Drehstromsystem. — In *Fig. 4*, wo die Phasenverschiebung 60° beträgt, ist die Summe der drei Ströme im Allgemeinen nicht gleich Null. Ziehen wir durch Punkt P in *Fig. 4* eine Vertikale, so ist $PQ - PR - PS$ nur ausnahmsweise gleich Null. (Die unterhalb der Horizontalen liegenden Strecken sind negativ zu nehmen.) Das bedeutet, es ist ein vierter Leiter nöthig, der die algebraische Summe der Ströme zur Maschine zurückführt. Dagegen kann man in *Fig. 5* den Punkt P beliebig auf der Horizontalen wählen, man wird immer finden, dass die algebraische Summe der drei Ströme Null ist. Bei der in *Fig. 5* angenommenen Lage von P ist $PQ + PR - PS = 0$ oder $PQ + PR = PS$. Wenn also der Strom in zwei Leitungen von der Maschine wegfliesst, so fliesst die Summe dieser Ströme allemal durch die dritte Leitung zur Maschine zurück; eine vierte Leitung ist somit nicht mehr erforderlich. Die Ströme sind also in gleichmässiger Aufeinanderfolge in einem Augenblick wie bei *a (Fig. 23)*, im nächsten wie bei *b*, im dritten wie bei *c*, im vierten wieder wie bei *a* gerichtet. Man nennt diese Anordnung eine *verkettete Schaltung* und speziell den verketteten Dreiphasenstrom *Drehstrom*.

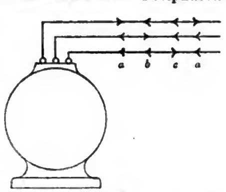


Fig. 23.

Man unterscheidet beim Drehstrom zwei verschiedene Schaltungen: die *Sternschaltung* und die *Dreieckschaltung*.

Sternschaltung. — Es sind drei Spulen oder Spulengruppen A_1E, A_2E und A_3E *(Fig. 24)* vorhanden. Die Ströme in den drei Gruppen haben nicht 60° Phasenverschiebung, sondern 120°. Dies soll die Richtung der drei Spulen andeuten. Die drei Anfänge A_1, A_2, A_3 sind mit den drei Leitungen verbunden; die drei Enden sind direkt mit einander verbunden und haben überhaupt keine Rückleitung. Man hat damit also ein Dreiphasensystem mit nur drei Leitungen, während nach dem Früheren höchstens 6 und mindestens 4 Leitungen nöthig waren. Man kann jede Leitung als Hinleitung und die übrigen beiden als Rückleitungen, oder umgekehrt jede Leitung als Rückleitung und die übrigen beiden als Hinleitungen ansehen. Verfolgt man den Strom, der durch A_1 eintritt, so fliesst er durch Gruppe oder Zweig I bis E, hier aber theilt er sich; ein Theil fliesst durch II nach A_2, der andere Theil durch III nach A_3. Wenn man den Strom in einer Gruppe, z. B. in I ändert, so ändert man nothwendig auch die Ströme in II und III.

Fig. 24.

Die Wirkung dieses Systemes zur Erzeugung eines Drehfeldes in einem Eisenringe ist gleichwohl dieselbe wie bei den früheren Systemen. Man zerlegt im Allge-

meinen wieder jede der Gruppen *I*, *II* und *III*, von vielen Autoren „Phasen“ genannt, in zwei Spulen, die einander diametral auf dem Ringe gegenüber angeordnet werden, genau wie in *Fig. 14*, aber man verbindet die Spulengruppen anders mit einander, nämlich so, wie *Fig. 25* zeigt. Der Vergleich von *Fig. 25* mit *Fig. 14* zeigt, dass die Anfänge A_1, A_2, A_3, denen der Strom durch die Zuleitungen zugeführt wird, nun nicht mehr um je 60° von einander abstehen, sondern um je 120° Die drei Enden *E* aber sind kurz mit einander verbunden. Wenn in *Fig. 25* die drei Ströme eine Phasenverschiebung von je 120° gegen einander haben, während in *Fig. 14* die drei Ströme um 60° gegeneinander verschoben waren, so ist in beiden Fällen die Wirkung der sechs Spulen auf dem Ringe genau dieselbe. Aber wie schon gesagt, die Anordnung *Fig. 14* braucht 4 Leitungen, die Anordnung *Fig. 25* nur 3 Leitungen.

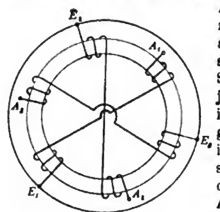


Fig. 25.

Fig. 26.

Dreieckschaltung. — Die drei Gruppen *I*, *II* und *III* *(Fig. 26)* führen wieder Ströme, die eine Phasenverschiebung von je 120° gegen einander haben. Es sind wieder nur drei Leitungen vorhanden, die an die drei Punkte A_1, A_2, A_3 angeschlossen werden. Der zu A_1 gelangende Strom muss sich hier theilen, ein Theil fliesst durch *I* nach A_2 und vereinigt sich hier mit dem Strome, der *II* durchfliesst und kehrt mit diesem gemeinsam in die zweite Leitung zurück. Ein anderer Theil des bei A_1 eintretenden Stromes gelangt durch *III* nach A_3 und vereinigt sich hier mit dem Strome, den man sich jetzt von A_2 herkommend denken muss und der *II* durchfliesst. Auch hier kann man jede Gruppe in zwei Spulen theilen und den zu magnetisirenden Eisenring wieder mit sechs Spulen versehen. *(Fig. 27)*. Die Wirkung ist wieder genau wie in *Fig. 14* und *Fig. 25*, wenn in *Fig. 27* die Ströme je 120° Phasenverschiebung haben.

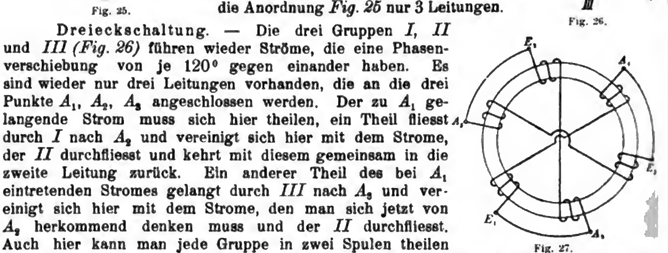


Fig. 27.

Vortheile des Drehstromes. — Abgesehen davon, dass der Drehstrom zum Betriebe von Motoren besser geeignet ist, als der Zweiphasenstrom, da er anstatt vier Spulen deren sechs benutzt und dadurch ein gleichförmiger rotirendes und zugleich intensiveres magnetisches Feld hervorbringt, hat der Drehstrom noch den weiteren sehr bedeutenden Vortheil, dass er zur Fortleitung derselben Energiemenge bei gleicher Spannung und bei gleichem Verlust in der Leitung bedeutend weniger Kupfermaterial verlangt als der Zweiphasenstrom. Bei dem schon vorher benutzten Beispiel einer Kraftübertragung von 1000 *PS* auf 30 *km* Entfernung mit 10% Verlust erhält man folgende Kupfergewichte für die Leitung, wenn man die Maschinenspannung zu 10000 *Volt* annimmt:

Zweiphasenstrom		*Drehstrom*
3 Leitungen	4 Leitungen	3 Leitungen
60,5 *t*	41,7 *t*	31,2 *t*

Beim Zweiphasenstrom tritt nämlich durch die Vereinigung zweier Leiter in einen einzigen nur eine scheinbare Ersparniss ein, weil dadurch zugleich zwischen den beiden nicht zusammengelegten Leitern eine höhere Spannung auftritt, als zum Betriebe verwendet wird. Bei einer Betriebsspannung von 10000 *Volt* beträgt die Spannung zwischen den erwähnten beiden Leitern 14000 *Volt*. Soll umgekehrt die Spannung nicht mehr als 10000 *Volt* betragen, so muss man die Betriebsspannung auf 7000 *Volt* erniedrigen. Man darf also wenigstens bei hoher Spannung die Rückleitungen nicht zu einer gemeinsamen Leitung vereinigen, sondern muss mit vier Leitungen arbeiten.

Beim Drehstrom tritt dagegen eine wirkliche Ersparniss ein, weil durch die Verkettung Leitungen fortfallen, ohne dass zwischen irgend welchen Leitern eine höhere Spannung als in den einzelnen Stromkreisen auftritt. Diese Ersparniss an Kupfermaterial beträgt 25%. Rechnet man die Tonne Kupfer fertig verlegt zu 1000 *M.*, so spart man bei der angenommenen Kraftanlage allein an den Leitungen 10 600 *M.*, wenn man das Drehstromsystem wählt.

Abhängigkeit der Zweige des Drehstromsystems von einander. — Den bedeutenden Vortheilen des Drehstroms steht nun die Abhängigkeit der Stromkreise von einander als Nachtheil gegenüber. In jedem Augenblicke muss die Summe zweier Spannungen gleich der dritten Spannung und die Summe zweier Stromstärken gleich der dritten Stromstärke sein, wie wir an *Fig. 5* gesehen haben. Es ist daher gar nicht möglich, eine Spannung oder eine Stromstärke zu ändern, ohne die entsprechenden Grössen in den anderen Zweigen mit zu beeinflussen. Dies tritt praktisch besonders bei der Sternschaltung *(Fig. 28)* zu Tage. Der durch die Lampengruppe *I* fliessende Strom theilt sich bei *0* und fliesst zum Theil durch die Gruppe *II*, zum Theil durch die Gruppe *III* zurück. Aendert man den Strom in *I*, so ändert sich nothwendig auch der Strom in *II* und *III*. Man kann daher diese Schaltung nur dann anwenden, wenn man noch eine vierte Leitung *d* anordnet. Bei der Dreieckschaltung *(Fig. 29)* liegen die Verhältnisse günstiger, es bleiben die Spannungen nämlich einander auch bei ungleicher Belastung nahezu gleich, wenn man dafür Sorge trägt, dass der Spannungsverlust in der Maschine und in den Leitungen nur gering ausfällt. Das beim Zweiphasenstrom benutzte Mittel, Regulirwiderstände in die Leitungen einzuschalten, ist beim Drehstrom nicht mehr anzuwenden. Man müsste, um zu reguliren, stets alle drei Regulirwiderstände ändern, und würde erst nach längerem Probiren die richtigen Stellungen für die Regulirkurbeln finden. Man muss daher die Maschinen und Transformatoren so bauen, dass die getrennte Regulirung nicht nöthig ist. Dass dies möglich ist, beweist die grosse Reihe ausgeführter Drehstromanlagen.

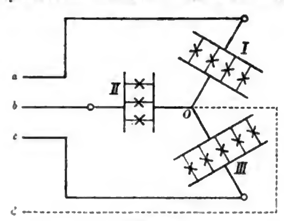


Fig. 28.

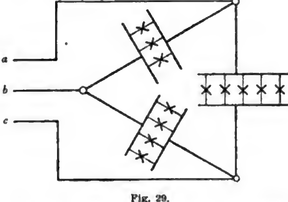


Fig. 29.

Das Zweiphasenstrom- und das Drehstromsystem haben lange um den Vorrang gekämpft. Nachdem man aber gelernt hatte, die Spannungen im Drehstromsystem unabhängig von der Belastung nahezu konstant zu erhalten, sind die Vorzüge des Drehstroms zur Geltung gelangt und haben ihm mehr und mehr das Uebergewicht über den Zweiphasenstrom verschafft.

Vereins- und Personen-Nachrichten.

In die D. G. f. M. u. O. ist aufgenommen:

Herr G. Coradi, Mathematisch-mechanisches Institut, Zürich.

Der französische Physiker **Violle** ist an Stelle von Fizeau in die Pariser Akademie gewählt worden. — Dr. **L. Krüger**, ständiger Mitarbeiter am Kgl. Preussischen Geodätischen Institut, ist zum Professor ernannt worden. — Prof. Dr. **Weierstrass** ist am 19. v. M. gestorben. — Dr. **Kötter**, ao. Professor für Mathematik an der Universität Berlin, ist als ordentlicher Professor an die Technische Hochschule in Aachen berufen worden.

P. Dörffel †.

Die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik ist aufs Neue von einem schweren Verluste betroffen worden: Unser Vorstandsmitglied, Herr Kommerzienrath Paul Dörffel, ist in der Nacht vom 2. zum 3. d. M. nach kurzer Krankheit im Alter von 53 Jahren an den Folgen einer Magenblutung verschieden. Mit ihm ist wiederum einer von denen dahingegangen, welchen unsere Gesellschaft ihre Entstehung verdankt; war er es doch gewesen, der vor nunmehr fast 20 Jahren, im Mai 1877, jene Versammlung berief, welche die erste Vereinigung deutscher Präzisionstechniker, den Fachverein Berliner Mechaniker, ins Leben rief. Dörffel bekleidete bis zum Jahre 1883, nachdem der Verein inzwischen seinen Namen in den noch heute bestehenden umgeändert hatte und somit eine Erweiterung der Organisation auf ganz Deutschland eingetreten war, das Amt des Vorsitzenden. Gerade in diesen ersten Jahren des Bestehens, die, wie bei jeder Vereinigung, so auch bei der unsrigen die schwierigsten waren, fiel Dörffel die Aufgabe zu, den Ausbau der jungen Schöpfung zu leiten und das Vereinsleben nach Innen und Aussen zu kräftigen: was er nach dieser Richtung hin geleistet, sichert ihm die Dankbarkeit Aller, die an dem Gedeihen der D. G. Antheil nehmen.



Aber nicht nur unserer Vereinigung allein galt seine Thätigkeit. Erbe eines blühenden Geschäftes, dessen Entstehung in die Anfangszeit der Berliner Präzisionstechnik zurückzuführen ist, hatte er es durch eifrige und umfassende Thätigkeit verstanden, sein Geschäft noch bedeutend zu vergrössern. Dabei wusste er sich mit geschickten und kenntnissreichen Mitarbeitern zu umgeben und ihnen grosse Selbständigkeit zu lassen. In Folge dessen blieb er von den schweren und aufreibenden Sorgen verschont, mit denen sonst die Jünger unseres Faches oft zu kämpfen haben. Diese freiere Lebensstellung benutzte Dörffel zur Förderung von Bestrebungen, die der Allgemeinheit zu nützen bestimmt waren. Insbesondere auf dem Gebiete des Ausstellungswesens hat er eine emsige und fruchtbringende Thätigkeit entfaltet. Er gehörte zunächst den leitenden Komités für die Gewerbe-Ausstellung 1879, die Hygiene-Ausstellung, die Unfallverhütungs-Ausstellung und die Brüsseler Weltausstellung an. Auch an den Vorbereitungen der deutschen Feintechnik für die Chicagoer Weltausstellung nahm er lebhaften Antheil; leider verhinderte ihn eine schwere Krankheit an der Fortführung und Beendigung dieser Arbeiten. Nach seiner Genesung trat Dörffel in den Arbeits - Ausschuss der Berliner Gewerbe-Ausstellung 1896 ein; seine Verdienste um dieselbe, sowie um den VII. Deutschen Mechanikertag sind noch in frischer Erinnerung. Als in allerjüngster Zeit die ersten Arbeiten des Deutschen Reiches für die Pariser Weltausstellung 1900 in Angriff genommen wurden, berief man Dörffel wiederum in die Kommission der deutschen Feinmechanik; es ist ihm nicht vergönnt gewesen, an diesen eben erst begonnenen Arbeiten den von ihm und uns gewünschten Antheil zu nehmen; wir würden seiner Erfahrung und Umsicht gewiss manchen schönen Erfolg verdankt haben.

Aber nicht allein im Interesse unseres Faches und im Allgemeinen der Industrie und des Gewerbes widmete er sich gemeinnützigen Bestrebungen. Eine umfassende Thätigkeit übte er auf dem Gebiete der Wohlthätigkeitspflege aus. Die verstorbene Kaiserin Augusta wusste diese Thätigkeit unseres Dörffel hoch zu schätzen, und es war ihm vergönnt, direkt unter den Augen dieser edlen Fürstin sich dem Dienste der Menschheit zu widmen. Dem Zentralkomité der deutschen Vereine vom Rothen Kreuz gehörte er lange Jahre als ein geschätztes Mitglied an.

Zahlreiche Orden zierten als Lohn seiner selbstlosen Thätigkeit Dörffel's Brust. Die hohe Achtung, in der seine geschäftliche Thätigkeit stand, fand Ausdruck in der Ernennung zum Hof-Optiker und -Mechaniker und zum Königl. Kommerzienrath.

Die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik hat durch die zahlreiche Betheiligung an dem starken Trauergefolge, das Dörffel am 6. d. M. die letzte Ehre erwies, gezeigt, wie hoch sie ihn geschätzt hat; sie wird seiner stets in Dankbarkeit und Liebe gedenken.

Der Vorstand.

Kleinere Mittheilungen.

Ueber die Reproduktion von Beugungsgittern.

Von Lord Rayleigh.
Nature 54. S. 332. 1896.

Bekanntlich spielen die Beugungsgitter, d. h. Platten von Metall oder Glas, auf welchen mit einer Theilmaschine parallele Linien in möglichst geringen und möglichst gleichen Abständen gezogen sind, für viele optische Untersuchungen, bei denen man eine grosse Dispersion braucht, eine bedeutende Rolle. Solche Gitter sind in grosser Feinheit auf Glas in Deutschland von Nobert und später von Wanschaff angefertigt worden. In neuester Zeit werden gewöhnlich Gitter auf Spiegelmetall benutzt, welche in ausserordentlicher Vollkommenheit durch die Theilmaschinen von Rowland und Rutherford hergestellt werden; bei diesen gehen bis 20 000 Striche auf einen Zoll, d. h. die einzelnen Striche stehen um etwa 0,001 *mm* von einander ab.

Derartige Gitter sind natürlich theuer und waren es früher noch mehr als jetzt; so lag es nahe, die Reproduktion dieser Kunstwerke auf photographischem Wege zu versuchen. Lord Rayleigh hat in dieser Beziehung bereits seit etwa 25 Jahren Versuche angestellt; über die dabei gewonnenen Erfahrungen macht er die folgenden Mittheilungen.

Zunächst könnte man daran denken, dass es praktisch sei, ein Gitter in grossem Maassstabe herzustellen und dieses photographisch zu verkleinern. Wenn man aber dazu übergeht, ein derartiges Original wirklich auszuführen, welches z. B. 100-mal so gross sein soll als die Kopie, so kommt man zu praktisch garnicht ausführbaren Riesendimensionen; und wenn man annimmt, man hätte ein solches Original, so würde man bei der photographischen Reproduktion auf unüberwindliche Schwierigkeiten stossen, sobald es sich darum handelt, Gitter von einiger Ausdehnung herzustellen, weil es nicht möglich sein würde, ein allen Ansprüchen genügendes Objektiv zu finden. Aus diesen Gründen bleibt nur die photographische Reproduktion durch Kontakt übrig, wobei die lichtempfindliche Platte der Lichtwirkung ausgesetzt wird, nachdem man das zu kopirende Gitter fest an sie angepresst hat. Dabei nun ist man auf die Benutzung von Glasoriginalen angewiesen, welche in genügender Vollkommenheit jetzt schwer zu bekommen sind, da eben meist Spiegelmetallgitter gefertigt werden, welche man schon deswegen in viel grösserer Ausdehnung herstellen kann, weil bei ihnen der Diamant weniger angegriffen wird als bei Glasgittern. Lord Rayleigh hat freilich auch versucht, Kopien von Metallgittern durch Kontakt herzustellen, indem er das Licht zweimal die photographische Platte passiren und an der Spiegelfläche reflektiren liess; er ist aber auf diesem Wege nicht zu brauchbaren Ergebnissen gelangt. Gute Resultate hat er allein mit Glasgittern erhalten, von denen er namentlich zwei Nobert'sche mit 3000 bezw. 6000 Strichen auf den Zoll benutzt hat.

Es ist wohl selbstverständlich, dass für die Reproduktion nur gute Glasplatten benutzt werden können, entweder ausgesuchte Spiegelglasplatten oder noch besser in einer optischen Werkstätte geschliffene. Die Berührung zwischen dem Original und der Platte muss eine sehr vollkommene sein, worüber Lord Rayleigh mit Hülfe einer etwas konvexen Fläche Versuche gemacht hat, und zwar um so vollkommener, je feiner das Gitter ist. Bei einem Gitter mit 20 000 Strichen auf den Zoll darf der Abstand zwischen Gitter und Platte nirgends 0,0001 *Zoll* (d. i. 0,002 *mm*) betragen. Die lichtempfindliche Schicht hat Lord Rayleigh nach drei verschiedenen Verfahren hergestellt:

Zunächst hat er in der Zeit seiner ersten Versuche den trockenen Kollodium-Prozess benutzt, welcher früher eine Rolle spielte, als die Gelatine-Platten noch nicht bekannt und die nassen Kollodiumplatten gebräuchlich waren; auf diese Weise wurden sehr gute Resultate erhalten.

Zweitens hat er mit Erfolg den Bichromat-Gelatine-Prozess benutzt, welcher bei dem sog. Kohleverfahren Verwendung findet; Pigmente wurden aber der Gelatine nicht hinzugefügt. Bekanntlich werden die vom Licht getroffenen Theile der Bichromat-Gelatineschicht in Wasser unlöslich, während die übrigen nach der Exposition fortgewaschen werden können. Bei dem Kohleverfahren überträgt man die lichtempfindliche Schicht nach der Exposition auf eine zweite Unterlage, um auf derjenigen Seite der Schicht waschen zu können, welche der ursprünglichen Unterlage anlag. Bei der Gitterreproduktion ist dies nicht thunlich und auch nicht nöthig. Freilich lässt sich die Gelatine dann an den weniger belichteten Stellen nicht so gut fortwaschen; wenn man aber die Platte befeuchtet hat, quellen die weniger belichteten Stellen mehr auf als die übrigen, sodass die Platte ein geripptes Aussehen erhält. Nach

dem Trocknen verschwinden freilich die Rippen, aber die Gitterwirkung bleibt doch, wenn sie auch weniger gut ist als bei feuchtem Gitter. Lord Rayleigh hat auf diese Weise ausgezeichnete Gitter erhalten, welche sogar für die Spektra niederer Ordnung besser erschienen als das Original. So konnte er z. B. die Nickellinie zwischen den D-Linien erkennen. Schwierig ist es natürlich, die empfindliche Schicht in der geeigneten Dicke und genügender Gleichmässigkeit herzustellen. Die Expositionszeit ist bedeutend geringer als bei dem vorigen Verfahren (3 Minuten in Sonnenlicht).

Das dritte mit Erfolg benutzte Verfahren ist der Asphalt-Prozess, welcher technisch für photographisches Druckverfahren (Zinkätzung) angewandt wird. Bringt man auf eine geeignete Unterlage eine dünne Schicht von in Benzol gelöstem Asphalt und setzt sie nach dem Trocknen dem Licht aus, so wird sie unlöslich, während nicht belichtete Stellen mit Terpentinöl fortgewaschen werden können. Die Expositionszeit für Gitterreproduktion betrug 2 Stunden. Schwierig ist es bei diesem Verfahren, die Entwicklung mit Terpentinöl rechtzeitig zu unterbrechen. Hört man zu früh auf, so bekommt man ein wenig lichtstarkes Gitter, lässt man die Entwicklung länger andauern, so werden die Gitter leicht lädirt, namentlich, da es schwer ist, das Terpentinöl dann nach Wunsch zu beseitigen, ohne das Gitter zu verletzen. Die Beseitigung des Terpentinöls geschah entweder, wie in der Technik, durch Abspülen mit Wasser oder mit Hülfe eines Zentrifugalapparates. Zuverlässig erwies sich keine der beiden Methoden.

Lord Rayleigh empfiehlt von den drei genannten Verfahren am meisten das zweite; es sei so lange das beste, bis man bei dem dritten eine gute Methode, das Terpentinöl zu entfernen, gefunden hat. *E. Br.*

Internationale Katalog-Konferenz.

Nature 54. S. 248 u. 272. 1896.

Auf Anregung der *Royal Society* trat Mitte Juli v. J. in London eine Konferenz zusammen, um die Aufstellung eines internationalen Katalogs der mathematischen und naturwissenschaftlichen Literatur anzubahnen. Es waren fast alle Kulturstaaten der Erde vertreten, von den europäischen fehlten Russland und Spanien; Deutschland hatte die Professoren Dyck (München), Dziatzko (Göttingen), Möbius (Berlin), Schwalbe (Berlin) und Van't Hoff (Berlin) entsandt. Aus den Beschlüssen ist Folgendes hervorzuheben: Der Katalog, nach Materien und Namen geordnet, soll in englischer Sprache verfasst werden, Autoren und Titel der Arbeiten werden jedoch in der des Originals wiedergegeben werden; jede einzelne Abtheilung soll gesondert im Buchhandel erscheinen; die Leitung des Ganzen liegt in der Hand eines *„Council"*, dem ein international zusammengesetztes Bureau zur Seite steht; jedes Land liefert demselben nach den vereinbarten Normen eine Zusammenstellung seiner einschlägigen Literatur, die dann von dem Bureau weiter bearbeitet wird. Im Jahre 1898 werden weitere Schritte berathen werden, der 1. Januar 1900 ist als Anfang des Katalogs in Aussicht genommen. *Bl.*

Internationale Ausstellung neuer Erfindungen in Wien 1897. Nach der Zahl der Anmeldungen zu schliessen wird diese Ausstellung, welche in dem Vergnügungsetablissement des Praters „Venedig in Wien" stattfindet, sehr reichhaltig werden. Für die Präzisionsmechanik dürften die Gruppen Automaten, Beleuchtung, Verkehr, Hygiene in Betracht kommen. Demnächst soll auch ein Preisausschreiben erlassen werden.

An der **Technischen Hochschule zu Darmstadt** sollen eine Reihe neuer Lehrstühle errichtet werden und zwar für höhere Elektrotechnik, Mechanik, Physik, organische Chemie, Mathematik und darstellende Geometrie.

Bücherschau.

A. F. Weinhold, Vorschule der Experimentalphysik. Naturlehre in elementarer Darstellg. nebst Anleitg. zum Experimentiren u. zur Anfertigg. der Apparate. 4. Aufl. gr. 8°. VIII, 572 S. mit 440 Holzschn. u. 2 Farbentaf. Leipzig, Quandt & Händel. 10,00 *M.*; geb. 12,00 *M.*

L. Graetz, Die Elektrizität u. ihre Anwendungen. Ein Lehr- und Lesebuch. 6. Aufl. gr. 8°. XII, 556 S. m. 443 Abbildgn. Stuttgart, J. Engelhorn. 7,00 *M.*; geb. 8,00 *M.*

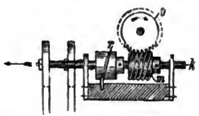
F. Grünwald, Der Bau, Betrieb u. die Reparaturen der elektrischen Beleuchtungsanlagen. 6. Aufl. 12°. X, 308 S. m. 302 Holzschnitten. Halle, W. Knapp. 3,00 M.

J. Říha, Die Aufstellung von Projekten u. Kostenanschlägen für elektrische Beleuchtungs- u. Kraftübertragungs-Anlagen. gr. 8°. VIII, 438 S. m. 198 Fig. Leipzig, Veit & Co. Geb. in Leinw. 8,00 *M.*

F. Oettel, Elektrochemische Uebungsaufgaben. Für das Praktikum sowie zum Selbstunterricht zusammengestellt. gr. 8°. VIII, 53 S. m. 20 Holzschn. Halle, W. Knapp. 3,00 *M.*

Patentschau.

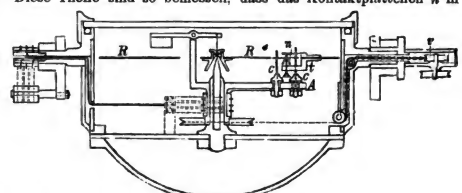
Vorrichtung zum intermittirenden Vorwärtsbewegen des Bildbandes für photographische Serienapparate und Bioskope. M. Skladanowsky in Pankow bei Berlin. 1. 11. 1895. Nr. 88 599. Kl. 57.



Die Bildbandtrommel wird durch einen Schneckenradantrieb *m o* fortgeschaltet, bei dem die Schneckenachse *k* mittels in sich geschlossener Leitnut *r* so geführt wird, dass während einer Theildrehung der Schnecke die Drehung des Schneckenrades und damit zugleich der Bildbandtrommel in Folge der achsialen Verschiebung der Schnecke gerade aufgehoben wird. Auf diese Weise kommt eine periodische Fortbewegung und Stillsetzung des Bildbandes zu stande.

Schiffskompass mit Fernübertragung. J. Prigge in Bruchsal. 12. 3. 1896. Nr. 89230. Kl. 42.

Am Ende des waagerechten Armes *A* sind, von diesem isolirt, drei Kontaktstücke *c* eingeschraubt. Zwischen diesen Kontaktstiften spielt das Kontaktplättchen *n*, das in gleicher Weise wie die Kompassrose mittels eines Achat- oder Glashütchens auf einer Spitze leicht beweglich aufgehängt ist. Getragen wird das Kontaktplättchen von dem an der Rose befestigten Winkelstück *t*. Diese Theile sind so bemessen, dass das Kontaktplättchen *n* in der Ebene der

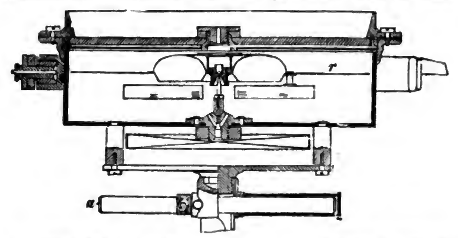


Kompassrose *R* liegt, welche letztere an dieser Stelle mit einem sektorförmigen Ausschnitt versehen ist, durch welchen die drei Kontaktstifte hindurchtreten und soweit über die Rose hinausragen, als die Schwankungen derselben bedingen. Die Kontaktstifte sind so mit einer Stromquelle verbunden, dass bei einem Anschlag der Nadel der Strom zwischen je zwei Kontaktstäben durch das bewegliche Kontaktstück geschlossen wird, zum Zweck, auf elektromagnetischem Wege eine Drehung des die Kontaktstäbe tragenden Armes in der einen oder anderen Richtung so lange zu bewirken, bis das Kontaktstück zwischen den Kontaktstäben frei einspielt.

Die Bewegungen des Kontaktarmes werden durch Stromleitungen, Elektromagnete und Kettenradgetriebe auf die Anzeigevorrichtung übertragen.

Kompass mit Einrichtung zur Aufhebung der positiven Quadrantal-Deviation. H. Florian in Fiume u. H. Schoklitsch in Vas-Farkasfalva, Ungarn. 27. 11. 1895. Nr. 89767. Kl. 42.

Mit *a* ist der Quadrantal-Korrektor bezeichnet, welcher aus einem oder mehreren unter dem Kompass angeordneten, querschiffs liegenden, parallelen, weichen Eisenstäben besteht.

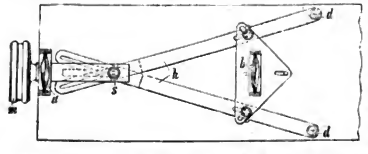


Diese erhalten ihre magnetische Kraft nicht vom Erdmagnetismus, sondern ausschliesslich von der magnetischen Kraft der Kompassnadeln selbst induzirt. Es wird dadurch bewirkt, dass der horizontal induzirte Magnetismus (+ *D*) der an Bord befindlichen weichen Eisen-

massen durch Nähern oder Entfernen von der Kompassrose *r* aufgehoben wird. Der Korrektor erzeugt mithin eine entsprechende negative Deviation (— *D*).

Stellvorrichtung für Fernrohre mit veränderlicher Vergrösserung. A. C. Biese in Berlin. 17. 11. 1895. Nr. 89338. Kl. 42.

Zur Verschiebung der Okularlinsen *a* und *b* eines Fernrohres mit veränderlicher Vergrösserung dienen zwei auf einer Grundplatte um feste Punkte *d* drehbare, mit Schlitzen an ihren freien Enden gekreuzt über einander liegende Hebel *h*, die durch einen im Schlitzkreuzungspunkte befindlichen, in der Richtung der optischen Achse des Instrumentes gerade geführten Stift *s* bewegt werden. Hierbei verstellen die Hebel *h* den Träger für das Umkehrsystem *b* des Okulars, indem sie zwei in Schrägschlitzen dieses Trägers steckende Stifte in ihren senkrecht zur optischen Achse gerichteten Führungsschlitzen bewegen, die in der Grundplatte angebracht sind. Der Stift *s* wird sammt Okularlinse *a* durch Drehung der Schraube *m* eingestellt.



Patentliste.

Bis zum 1. März 1897.

Anmeldungen.

Klasse:

21. H. 16897. Motorzähler für Wechselstrom, dessen Hauptstromwickelung im verstellbaren Ankereisen liegt. G. Hummel, München. 24. 1. 96.

H. 17859. Abschmelzsicherung mit in Paraffin gebetteter Quecksilberfüllung. Deutsche Akkumulatoren-Gesellschaft Gebr. Körner, Mannheim. 12. 10. 96.

K. 14514. Mit Sanduhren versehener Registrirapparat für Telephongespräche. H. Kratschmer u. M. Singer, Wien. 28. 10. 96.

Z. 2200. Kohlengries-Mikrophon. J. O. Zwarg, Freiberg i. S. 23. 7. 96.

42. Sch. 11822. Schublehre mit Ritzvorrichtung zum Abtragen von Maassen. E. Schmidt, Wondollek b. Hinter-Pogobien, O.-P. 15. 8. 96.

V. 2749. Freistehende Beleuchtungsvorrichtung für Mikroskope; Zus. z. Pat. 76833. R. Volk, Ratzeburg. 24. 10. 96.

F. 9596. Doppelfernglas, durch Drehung eines Handgriffes einstellbar. M. Frambach, Charlottenburg. 31. 12. 96.

49. F. 8964. Einrichtung zum Wechseln des Drehganges mit einem Gewindegang für Leitspindel-Drehbänke. B. Fischer & Winsch, Dresden. 23. 3. 96.

57. P. 8116. Serienapparat. R. W. Paul, London. 17. 4. 96.

70. S. 9830. Radirvorrichtung. C. C. van der Valk, Haag. 16. 10. 96.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 91646. Elektrizitätszähler. J. Telge, Oldenburg i. Gr. 3. 2. 95.

42. Nr. 91580. Pantograph zur entstellten Wiedergabe des Urbildes. A. Martin, Paris. 14. 6. 96.

Nr. 91581. Entfernungsmesser in Verbindung mit einem Gewehre. L. Kunze, Le Havre de Grâce, Frankr. 25. 8. 96.

Nr. 91679. Apparat zum Anzeigen der Kombinationswerthe meteorologischer Instrumente. H. C. Kürten, Aachen. 1. 8. 95.

Nr. 91681. Ringmagnet für Schiffskompasse. The Sirieix Mariners Compass Company, San Francisco. 10. 12. 95.

Nr. 91684. Elastisches Kurvenlineal mit Einstellung durch eine Schnur. W. Rockenstein, Offenbach. 4. 7. 96.

49. Nr. 91535. Verfahren zum Plattiren von Aluminium mit anderen Metallen. H. Wachwitz, Nürnberg. 25. 12. 95.

Nr. 91626. Vorrichtung zur Bewegung des Frässchlittens an Universalfräsmaschinen. J. E. Reinecker, Chemnitz-Gablenz. 30. 5. 96.

Nr. 91628. Drehherz für Gegenstände, welche auf einem Dorn abgedreht werden. F. Schleehauf, Stuttgart. 5. 7. 96.

70. Nr. 91697. Reissnagel. C. W. Motz & Co., Schöneberg b. Berlin. 27. 5. 96.

83. Nr. 91702. Vorrichtung zum Einstellen und Feststellen von Wanduhren und anderen hängenden Instrumenten. C. W. Motz & Co., Schöneberg b. Berlin. 20. 9. 96.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 7. **1. April.** **1897.**

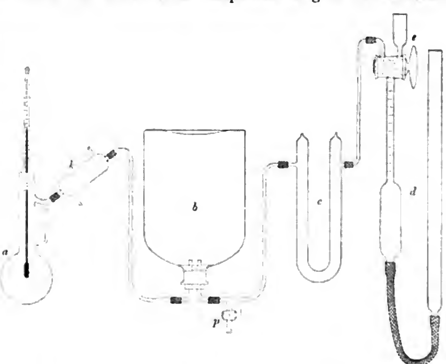
Ein einfacher Thermostat und Druckregulator.

Von

Dr. **J. Traube** und Dr. **L. Pincussohn** in Berlin.

Für Konstanthaltung der Temperatur bei niederen Wärmegraden leisten die bekannten Flüssigkeitsthermostaten befriedigende Dienste. Bei höheren Wärmegraden sorgt man für die Konstanz der Temperatur in einem gegebenen Raum, indem man denselben mit Dämpfen einer unter bestimmtem Drucke siedenden Flüssigkeit umgiebt. Man verfährt hier bekanntlich so, dass man entweder verschiedene Flüssigkeiten unter demselben Druck, unter Atmosphärendruck, oder dieselbe Flüssigkeit unter verschiedenen Drucken sieden lässt. Letzteres Verfahren ist offenbar das einfachere; nur waren die bisher konstruirten Druckregulatoren theils zu komplizirt, theils stand der Umstand im Wege, dass es schwer ist, in einem Glasapparat mit einer grösseren Anzahl von Verbindungsstücken Druck und somit auch Temperatur längere Zeit konstant zu erhalten.

Es war uns nun möglich, durch Anbringung einer einfachen Quecksilberpumpe die kleinen Druckschwankungen bequem auszugleichen, welche in Folge von Undichtheiten der Schläuche und Verbindungen um so eher eintreten, je mehr der Druck im Apparat von dem äusseren Druck abweicht.



Der Apparat *(s. Fig.)* weist zunächst den Siedekolben *a* nach Lothar Meyer oder ein anderes geeignetes Siedegefäss auf; der Kolben war bei unseren Versuchen mit einem geprüften, in 0,1° getheilten Normalthermometer versehen und sorgfältig in starke Asbestleinwand verpackt. Mittels Kühlers *k* steht der Kolben in Verbindung mit der 12 *l* haltenden Flasche *b*, welche bei allen derartigen Apparaten[1]) zum Ausgleich der Druckschwankungen unentbehrlich ist. Der Hahn *p* führt zur Wasserluftpumpe; *c* ist ein grösseres Chlorcalciumrohr und *d* eine einfache, graduirte und mit Geissler-schem Schiefbohrungshahn versehene Quecksilberpumpe, welche auch als Manometer und Barometer zu benutzen ist. Durch abwechselndes Heben und Senken der Pumpe unter gleichzeitiger Drehung des Hahnes, sodass *d* abwechselnd mit *c* und mit *e* verbunden ist, kann man leicht kleine Druckdifferenzen im Apparate ausgleichen.

[1]) Vgl. u. a. Roloff, *Zeitschr. f. physik. Chemie 11. S. 25. 1893* und Beckmann, Fuchs und Gernhardt, *ebenda 18. S. 492. 1895.*

Die beiden Glastheile der Pumpe sind durch starkwandigen Druckschlauch verbunden; auch für die übrigen Apparatentheile werden nur beste Schläuche gewählt, die zweckmässig mit einer Lösung von Kautschuk in Benzin bestrichen werden. Die Verbindungsstellen von Kautschuk und Glas, sowie die Korkverschlüsse werden mit einer geeigneten Mischung von Wachs und Paraffin gedichtet; oberhalb des Gummistopfens für den Behälter *b* befindet sich ausserdem etwas Quecksilber zur Dichtung.

Bei einer Anzahl Versuche haben wir den Apparat, mit Hülfe der Wasserluftpumpe, um mehr als 0,5 *Atm.* evakuirt und in *a* Wasser zum Sieden erhitzt. Da der Apparat nicht absolut dicht war, so stieg allmählich das Thermometer, und zwar ziemlich gleichmässig, im Maximum bei unseren Versuchen pro Stunde um 0,2°. Man bestimmte nun, dass die Entfernung von etwa 5 *ccm* Luft aus dem Apparate mit Hülfe der Quecksilberpumpe einer Temperaturverschiebung von 0,01° entsprach, und da beim Sichselbstüberlassen des Apparates die Temperaturverschiebung pro Stunde nur 0,2° betrug, so war man, wenn man alle 5 oder 10 Minuten einige wenige Kubikcentimeter Luft aus dem Apparate entfernte, in der Lage, die Temperatur auch unterhalb 0,5 *Atm* bis auf 0,01° oder 0,02° beliebige Zeit konstant zu halten.

Der hier beschriebene *Thermostat* kann für Bestimmung spezifischer Gewichte bei verschiedenen Temperaturen[1]), für Thermometervergleichung[2]) und viele andere Zwecke Anwendung finden.

Ebenso zweckmässig ist aber auch seine Verwendung als *Druckregulator.*

Ein solcher einfacher Druckregulator wird besonders Verwendung finden, indem man denselben kombinirt mit Beckmann's Siedeapparat zur Bestimmung von Molekulargewichten, vor allem aber zur Bestimmung der Abhängigkeit von Siedepunkt und Druck. Der Differentialquotient $\frac{dP}{dT}$ ist ja bekanntlich von um so grösserer Bedeutung, als man mit Hülfe desselben nach der bekannten Gleichung von Clausius die Verdampfungswärme berechnen kann.

Soll der Apparat als Druckregulator verwendet werden, so befestigt man hinter den möglichst dicht neben einander gestellten Schenkeln des Manometers *d* eine Spiegelglasskala und liest die Drucke mittels einfachen Kathetometers ab. Werden die wesentlichsten Korrektionen für Thermometer[3]) und Barometer[4]) ausgeführt, so ist der Apparat in dieser Form für die meisten chemischen und physikalisch-chemischen Zwecke durchaus brauchbar, wie die folgenden, bei Versuchen mit Wasser erhaltenen Zahlen beweisen:

Siedepunkt	*Druck* beobachtet	*Druck* nach Regnault
84,38°	422,90 *mm*	422,76 *mm*
88,39°	494,25 „	494,11 „
90,59°	537,48 „	537,36 „
92,48°	577,10 „	577,01 „
93,29°	594,80 „	594,73 „

Organisches Laboratorium der Technischen Hochschule Berlin.

Korrektion eines Pendels in Bezug auf die verschiedene Luftdichte beim wechselnden Barometerstande.

Von

Theodor Baumann, Kgl. Rechnungsrath a. D. in Berlin[5]).

Nachdem man durch mancherlei Kompensations-Anordnungen das Pendel einer Uhr bei veränderlicher Temperatur in gleicher Länge zu erhalten gelernt hat (und unter diesen ist eine der neueren und besten mit die Riefler'sche Ausführung), er-

1) Vgl. J. Traube, Physikalisch-chemische Methoden. *S. 20.* Hamburg 1893, Leop. Voss
2) Vgl. Roloff. *a. a. O.*
3) Vgl. Traube, *a. a. O. S. 214.*
4) Vgl. Traube, *a. a. O. S. 220.*
5) Es wird unsere Leser gewiss freuen, in der nachfolgenden Abhandlung einen Beweis dafür geliefert zu sehen, welch' hohe geistige Frische der Nestor der deutschen Mechaniker sich in seinem 92. Lebensjahre bewahrt hat. Die Red.

scheint es natürlich, nun auch den viel kleineren Einfluss der verschiedenen Dichte der Luft in welcher das Pendel schwingt, ebenfalls automatisch zu beseitigen — ähnlich wie Besfel[1]) auch, in grösserer Genauigkeit, zuerst den verschiedenen Feuchtigkeitsgrad der Luft bei den Höhenmessungen durch das Barometer rechnungsmässig eingeführt, und die Normal-Aichungs-Kommission dies dann auch zuerst bei den Wägungen in der Luft gethan hat.

Und es lässt sich in der That dieser Einfluss der veränderlichen Luftdichte durch eine Art „Antibarometer" kompensiren: eine Barometerprobe, die den Schwerpunkt ihrer Quecksilbermasse bei steigendem Barometer um so viel höher verlegt, als erforderlich, um durch ein geringeres Gewichtsmoment den verlangsamten Pendelschlag des gleichsam länger gewordenen Pendels zu äquivaliren.

Denn man ist im Stande, das Moment dieser Ausgleichung ganz nach Belieben zu steigern (durch dreierlei Mittel, wie wir gleich sehen werden); aber freilich müssen wir Praktiker die Herren Mathematiker bitten, uns erst durch sorgfältige Beobachtungen zu bestimmen, um wie viel der Pendelschlag sich durch grössere Luftdichte verlangsamt. Denn Besfel hat nur allgemein die Faktoren für Luft gegen Wasser gültig angegeben, und es ist also hier noch eine Lücke auszufüllen und präzise für alle Grade der Luftdichte der Werth zu bestimmen.

Dieser kleine „Aequivalenzapparat" (*vgl. die schematische Figur*) ist ein offenes Heberrohr, dessen längerer Schenkel jedoch oben durch einen Glashahn *h* luftdicht geschlossen werden kann, in der Mitte aber ein weiteres Bassin *ab* bildet. Der offene Schenkel ist durch ein etwa 33 *cm* langes Rohr *dd* mit dem geschlossenen verbunden. Man hat nun drei Mittel, die beabsichtigte Wirkung desselben zu erhöhen, nämlich:

1. durch den grösseren Durchmesser des Bassins gegen den des Rohrs;
2. durch das längere Fussrohr *c* unter dem Bassin (da die Luft über letzterem desto mehr verdünnt werden muss, je länger das Fussrohr); und
3. indem man den Apparat tiefer an die Pendelstange anschliesst.

Meinen verehrten Herren Kollegen möchte ich nun aber noch durch ein Beispiel zeigen, dass wirklich der Schwerpunkt der Quecksilberfüllung mehr nach oben hin verlegt wird, wenn das Barometer steigt. Denn solche kleine Rechnungen erfordern für uns Praktiker immerhin etwas Zeit, die besser doch für die Werkstatt gespart werden muss, wie mir denn auch schon vor vielen Jahren Beuth einmal bei einer ähnlichen Veranlassung sagte: „Na ja, das können Sie sich *pour la bonne bouche*[2]) aufheben!"

Ich nehme also an:

Die Rohre *c*, *d* und *e* im Apparat haben 2 *mm* Durchmesser, das Bassin *ab* 12 *mm*, das Fussrohr *c* sei 20 *mm* lang, und bei hohem Barometer (770 *mm*) habe man die Luft soweit verdünnt, dass noch 3 *mm* Quecksilber in dem offenen Rohrschenkel *e* stehen, während über dem halbkugelförmigen Boden des Bassins ein Zylinder *a* von 5 *mm* Höhe sich gebildet hat. So haben wir nun

I. das Gewicht der Füllung zu bestimmen. Es wiegt bei 13,596 spez. Gewicht des Quecksilbers

der Zylinder *a* im Bassin	7,69 *g*
der halbkugelige Abschluss des letzteren *b* . . .	6,15 „
das 20 *mm* lange Fussrohr *c*	0,85 „
das 33 *mm* lange horizontale Verbindungsrohr *d* .	1,41 „
die 3 *mm* hohe Säule im offenen Rohr	0,13 „
Zusammen	16,23 *g*

II. Die Höhenlage des Schwerpunktes dieser Masse ergiebt sich aus folgenden Theilmessungen:

1. Der Schwerpunkt des 5 *mm* hohen Zylinders *a* im Bassin liegt 2,5 *mm* unter der Oberfläche desselben.
2. Der Schwerpunkt der Halbkugel *b* in $^3/_8$ *R*, also 2,25 *mm* unter dem oberen Durchmesser.

---

[1]) Besfel hat sich immer so, nie Bessel unterschrieben.
[2]) d. h. als Leckerbissen für den Nachtisch.

3. Vereinigen wir beide Punkte durch eine Linie, welche also 4,75 *mm* lang ist, so liegt der gemeinschaftliche Schwerpunkt beider Körper in diesem „Durchmesser der Schwere“, und wir finden die Entfernung x von dem oberen Punkt aus der Gleichung

$$7{,}69\ x = 6{,}15\ (4{,}75 - x);\ \text{also}\ x = 2{,}11\ mm.$$

Der gemeinschaftliche Schwerpunkt liegt also noch innerhalb des Zylinders, nämlich 0,39 *mm* über der unteren Fläche desselben.

4. Hierzu tritt nun der Fusszylinder c mit 10 *mm* Schwerpunktshöhe und 0,85 *g* Gewicht, und der Durchmesser der Schwere ist demnach: $0{,}39 + 6 + 10 = 16{,}39$ *mm*; das x aber wird gefunden aus: $13{,}84\ x = 0{,}85\ (16{,}39 - x)$; also $x = 0{,}95$ *mm*.

Der gemeinschaftliche Schwerpunkt der drei Körper liegt also um diese 0,95 *mm* tiefer als der vorher für die beiden oberen Körper gefundene, welcher 0,39 *mm* über dem Durchmesser der Halbkugel seinen Ort hatte; sodass, wenn wir jetzt die Höhenlage des Schwerpunkts vom horizontalen Verbindungsrohr ab rechnen, dieselbe

$$20 + 6 + 0{,}39 - 0{,}95 = 25{,}44\ mm$$

beträgt.

5. Zu dem bis hierher summirten Gewicht des Quecksilbers im geschlossenen Rohre = 14,69 *g* tritt nun noch die Hälfte des Gewichts vom Verbindungsrohr d mit $^1/_2 \cdot 1{,}41 = 0{,}70$ *g* (denn die andere Hälfte muss dem Zylinder e im offenen Rohr zugezählt werden); und es ist also das Gesammtgewicht in dem geschlossenen Schenkel gleich 15,39 *g*.

6. Nun ist der offene Schenkel in Betracht zu ziehen, der als 21 *mm* von dem andern entfernt anzunehmen ist, da sich das 33 *mm* lange Rohr um die Pendelstange anlegt. Es ist zuvörderst die Entfernung der Schwerpunktslinie von der Achse des geschlossenen Rohres zu ermitteln, in ähnlicher Weise wie vorher, hier mit einer Hebellänge von 21 *mm*.

So finden wir x aus der Gleichung: $15{,}39\ x = 0{,}83\ (21{,}0 - x)$; also $x = 1{,}07$ *mm*. Um so viel liegt also die Schwerpunktslinie von der Achse des geschlossenen Zylinders ab.

7. Und das hat einigen Einfluss auf die Höhenlage des gemeinschaftlichen Schwerpunktes, weil wir links eine Höhe des Schwerpunkts von 25,44 *mm*, rechts nur von 1,5 *mm* haben. Ziehen wir diese 1,5 *mm* von den 25,44 *mm* ab, so bleibt uns ein rechtwinkliges Dreieck von 23,94 *mm* Höhe und 21 *mm* Grundlinie, und wir finden die gesuchte Länge (in 1,07 *mm* Entfernung von der Höhe) aus der Proportion:

$$23{,}94 : 21 = x : 19{,}93;\ \text{also}\ x = 22{,}72\ mm.$$

Also um 1,22 *mm* weniger, sodass, wenn wir diese von der vorher gefundenen Schwerpunktshöhe $H = 25{,}44$ *mm* abziehen, die definitive Höhe $H' = 24{,}22$ *mm* wird. —

Nun sei das Barometer um 20 *mm* gefallen, was an dem Antibarometer ungefähr 15 *mm* betragen wird, das Quecksilber stehe also jetzt im offenen Schenkel 18 *mm* hoch, mit einem Gewicht von 0,77 *g*; demgemäss ist der Zylinder a im geschlossenen Schenkel $5 - 0{,}417 = 4{,}583$ *mm* hoch und hat ein Gewicht von 7,05 *g*.

Führen wir nun die Rechnung mit diesen veränderten Daten ganz eben so aus wie vorher gezeigt, so ergiebt sich ein $H'' = 23{,}74$ *mm*, welches also gegen das $H' = 24{,}22$ *mm* bei 770 *mm* Barometerstand um 0,48 *mm* kleiner ist.

Der Schwerpunkt der Quecksilberfüllung hat sich also um diese 0,48 *mm* tiefer verlegt, was reichlich gross genug ist, um dadurch das Schwingen des Pendels um so viel zu verlangsamen, als die leichtere Luft eine Beschleunigung desselben hervorgerufen. Denn Bessel fand die beiden Faktoren:

für Wasser $k = 0{,}7549$, und
für Luft $k' = 0{,}6020$;

man sieht hieraus um wie kleine Grössen es sich hier handelt.

Wir müssen daher unser Gesuch wiederholen und wenden uns damit wohl am besten an die Physikalisch-Technische Reichsanstalt, uns die zu beseitigende Fehlergrösse anzugeben. Denn sonst hat das, was wir uns „*pour la bonne bouche*“ aufgehoben, nicht viel Werth!

Berlin, den 15. Februar 1897.

Für die Praxis.

Ein neues Profil für Werkzeugstahl.

Engineering 63. S. 322. 1897.

In beistehender *Fig. 1* ist der Querschnitt einer Façonstahlsorte dargestellt, welche von G. Addy, Wawerley-Werke in Sheffield, gewalzt wird und die sich zur Herstellung von Drehwerkzeugen und Bohrern eignet. Der vom Ref. in dem Artikel „Neuere Drehstahlhalter", *Vbl. 1897. S. 20*, bereits betonte Vorzug, dass von einer solchen Stange für Drehstähle ein Stück von passender Länge nur abgeschlagen, gehärtet, angelassen und der Arbeit entsprechend angeschliffen zu werden braucht, tritt auch hier wieder in den Vordergrund. *Fig. 2* zeigt einen auf diese Weise zuge-

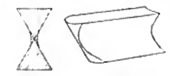


Fig. 1. Fig. 2.

richteten Drehstahl. Durch Drillen in kaltem Zustande kann aus diesem Stahl ein Bohrer hergestellt werden, der für viele Zwecke, z. B. zum Bohren von Eisen, wobei bekanntlich die sauber ausgeführten Morse-Spiralbohrer stark mitgenommen werden, sehr empfehlenswerth sein dürfte. Es liessen sich aber Bohrer dieser Art (bei der Fabrikation) leicht zylindrisch und, ähnlich den hinterdrehten Fräsern, hinter sich schleifen. *A. a. O.* wird darauf hingewiesen, dass diese Art der Herstellung von Spiralbohrern auf dem *Kontinent* sehr verbreitet ist; jedoch scheint dies beim Mechaniker wohl weniger der Fall zu sein, da selbstverständlich besonders exakte Löcher mit einem solchen Bohrer kaum erzielt werden können, wofern man ihn nicht auch genau zylindrisch nachschleift. Der Preis dieses Bohrers wird ein bedeutend niedriger sein, als der eines Morse-Bohrers. *Klssm.*

Ueber Rheostatenstöpsel.

Von F. Kohlrausch.

Wied. Ann. 60. S. 333. 1897.

Gegenüber der neuerdings vielfach ausgeführten gedrungenen Form wird die alte schlanke Siemens'sche empfohlen. Diese Stöpsel seien zunächst handlicher; es gelinge ferner bei ihnen den Stöpselwiderstand auf 0,00005 bis 0,00004 *Ohm* herabzubringen, wenn man mit Schmirgel reinigt und mit etwas Petroleum schmiert; letzteres sei überhaupt für einen Kontakt nicht nachtheilig, wie sich auch Siemens einmal scherzend dahin äusserte, dass Metalle ohne Petroleum überhaupt nicht leiten. Man solle die Stöpsel nicht *drückend*, sondern *drehend* einsetzen und nach Entfernung eines Stöpsels den benachbarten und auch die nächstfolgenden revidiren, da sie sich in Folge der Druckverminderung gelockert haben können, was bei den Siemens-schen Stöpseln weniger auftritt; in dieser Beziehung sei also die schlanke Form vortheilhafter. Schliesslich werden zwei zweckmässige Anordnungen für die Gruppirung der Klötze bei Rheostaten angegeben. *Bl.*

Vereins-Nachrichten.

D. G. f. M. u. O. Zweigverein Berlin.

Sitzung vom 2. Februar 1897. Vorsitzender: Hr. W. Handke.

Hr. Remané spricht vor ausserordentlich zahlreicher Zuhörerschaft über eine neue Röntgen-Lampe der Firma Siemens & Halske, bei welcher das Vakuum regulirt werden kann; der Vortrag wurde durch Demonstration dieser Lampe, sowie vieler von anderer Konstruktion und durch Projektionen erläutert. Im Anschluss hieran legt Hr. G. Hirschmann eine grosse Zahl von Röntgen-Photographien speziell medizinischen Charakters vor. — Der Vorsitzende theilt mit, dass der Vorstand beschlossen habe, Hermann Haensch auf seinem Grabe ein Denkmal zu setzen, die nöthigen Geldmittel sollen durch freiwillige Beiträge beschafft werden; die Enthüllung soll am Todestage mit einer einfachen Feierlichkeit erfolgen. — Hr. Halle führt zwei Mikroskope für Demonstrationszwecke vor.

Am 16. Februar wurde ein Unterhaltungsabend unter zahlreicher Betheiligung der Mitglieder und ihrer Damen abgehalten. Hr. K. Friedrich demonstrirte und erläuterte zunächst das Kochen mittels Elektrizität. Nachdem dieses Verfahren auch an seinen Erzeugnissen erprobt worden war, wurde bis zum frühen Morgen getanzt; während der Kaffeepause wurde durch Hrn. W. Haensch eine grosse Zahl von Projektionsbildern aus dem schottischen Hochlande vorgeführt. — Die Vorbereitungen zu dieser wohlgelungenen Festlichkeit in bester Weise getroffen zu haben, ist wiederum das Verdienst der 3 H. H. H.; auch den Herren K. Friedrich und W. Haensch gebührt Dank für ihre Darbietungen an diesem Abend. *Bl.*

D. G. f. M. u. O. Zweigverein Hamburg-Altona. Sitzung vom 9. März 1897. Vorsitzender: Herr Dr. Krüss.

Die bei den einzelnen Mitgliedern eingelaufenen Aufforderungen zur Betheiligung an der diesjährigen Brüsseler Ausstellung und an der Weltausstellung in Paris im Jahre 1900

wurden vom Vorsitzenden erläutert und eingehend besprochen. — Hierauf wurde in die Berathung der Satzungsänderungen eingetreten und der vorliegende Entwurf von der Versammlung genehmigt. — Da der angesetzte Vortrag des Herrn Fentzloff wegen plötzlicher Erkrankung des letzteren ausfiel, so wurden verschiedene von den Mitgliedern aufgeworfene technische Fragen erörtert. — Endlich wurde beschlossen, zu dem Gedenkstein von Hermann Haensch durch eine Kollekte bei den Mitgliedern einen Beitrag zu beschaffen. *H. K.*

Kleinere Mittheilungen.

Englische Gewinde-Normale.

Engineering **62.** *S. 509. 1896.*

Die *British Association* hat i. J. 1884 ein Gewindesystem für die Feinmechanik vorgeschlagen, das im Wesentlichen eine Uebertragung des Thury'schen auf das metrische Maass ist (vgl. Loewenherz, Gewindefrage, *Zeitschr. f. Instrkde.* **9.** *S. 412. 1889*). Nach 11 Jahren wurde unter dem Vorsitz von W. H. Preece eine neue Kommission, der u. A. auch Lord Kelvin angehörte, mit der Aufgabe betraut, für die Wahrung der Einheitlichkeit Vorschläge zu machen. Es hatte sich nämlich ergeben, dass Mangels guter Normalien unter dem Namen des B.-A.-Gewindes die verschiedenartigsten Schrauben im Verkehr waren; ja es kam vor, dass derselbe Fabrikant innerhalb kurzer Zeit erheblich von einander abweichende Gewinde lieferte; die Einführung einheitlicher Gewinde hatte sich also eigentlich nur dem Namen nach vollzogen, in der Sache selbst war man nicht viel weiter gekommen.

Der Kommissionsbericht unterscheidet drei Arten von Normalien: 1. für eine Zentralstelle, 2. für den Werkstattleiter, 3. für den Arbeiter.

Für die ersten schlägt die Kommission Vollgewinde vor; die Prüfung soll erfolgen entweder, indem man die Schraube und auf derselben Platte eine Skale photographisch vergrössert aufnimmt, oder durch mikroskopische Messung. Von einer direkten Prüfung der Muttern wird mit Recht abgerathen, da ihr grosse Schwierigkeiten im Wege stehen. — Der Werkstattleiter soll die Steigung und Gangform an den bekannten sägeförmigen Lehren prüfen, den äusseren Durchmesser mittels eines Schraubentasters, den inneren durch eine besondere Lehre. — Dem Arbeiter soll eine Platte in die Hand gegeben werden, die eine halbe Mutter, sowie Löcher für die normale und die zulässige Grösse des äusseren und einen Schlitz für die Prüfung des inneren Durchmessers aufweist.

Die photographische Methode erscheint recht umständlich und wird gewiss nicht immer diejenige grosse Genauigkeit bieten, die das eine *a. a. O.* gegebene Beispiel zeigt; das vorgeschlagene mikrometrische Verfahren unter Verwendung eines Mikroskops und einer Schraube am Objektträger scheint, nach der etwas kurzen Beschreibung zu schliessen, nicht unter Verwendung aller gegenwärtig zur Verfügung stehenden Mittel und Wege ausgearbeitet zu sein. Die anderen Methoden für Werkstattsleiter und Arbeiter geben theils zu viel, theils zu wenig; im Besonderen darf man wohl die in der Breitenrichtung der erwähnten Platte aufgebrachte halbe Mutter beanstanden; sie soll zudem so hergestellt werden, dass man zwei Platten durch eine Schraubzwinge an einander presst und dann eine volle Mutter hineinarbeitet.

Die Kommission wäre wohl zu besseren Vorschlägen gelangt, wenn sie nicht trotz der Mitgliedschaft von Lord Kelvin die altenglische Gewohnheit bewahrt hätte, die Arbeiten des Auslandes nicht zu Rathe zu ziehen. *Bl.*

II. Kraft- und Arbeitsmaschinen-Ausstellung München 1898.

Das Direktorium hat beschlossen, den Ausstellern für die Benutzung der von der Ausstellung gelieferten Betriebskraft (Transmissions-Antrieb oder elektrische Energie) einen unüberschreitbaren Maximal-Vergütungssatz von nur 15 *Pf.* für die Pferdekraft- oder Kilowattstunde zu berechnen. Es ist das unseres Wissens der billigste Satz, der je von einer Ausstellung normirt wurde. Ausserdem ist das Direktorium bemüht, von den Eisenbahnverwaltungen die frachtfreie Rückbeförderung der unverkauft gebliebenen Ausstellungsobjekte zu erwirken.

I. Handwerkerschule in Berlin.

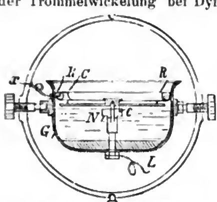
Das neue Schuljahr beginnt am 4. April; Anmeldungen können bis zum 2. April erfolgen.

Patentschau.

Kompass mit elektrischer Fern-Anzeigevorrichtung. G. Rudel und Th. Marcher in Dresden. 6. 9. 1895. Nr. 88880. Kl. 42.

An der Innenwand des Gehäuses *G* ist eine Rinne *R* aus Isolirmaterial angebracht, welche mit einer leitenden Flüssigkeit gefüllt ist. In bestimmten Abständen führen Abzweigungen aus

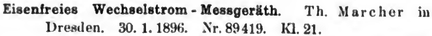
der Rinne zu einem Galvanometer (Fernmelder), das hierzu vortheilhaft mit Spulen nach Art der Trommelwickelung bei Dynamomaschinen versehen ist. Durch diese Einrichtung vermag die mit der Kompassnadel synchron bewegte Nadel nebst Zeiger des Galvanometers ganze Kreisbewegungen auszuführen. Der Strom fliesst von der Batterie durch die Leitung *L* in den Quecksilbernapf *N*, von da durch *c* und *C* in die Rinne. Daselbst nimmt der Strom den Weg durch diejenige Abzweigung *x*, welche *C* am nächsten steht. Es fliesst daher der Hauptstrom im Galvanometer (Fernmelder) immer nur durch eine bestimmte Spule. Durch die Spulen, die zu den nächstliegenden Kontakten an der rechten und linken Seite gehören, gehen Theilströme, die aber im gleichen Sinne richtend auf die Nadel wirken.



Von den Enden der Galvanometerspulen führt die Leitung zur Batterie zurück.

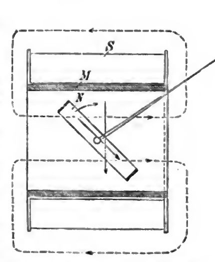
Schleifapparat für Bohrer u. dgl. A. Kündig-Honegger in Uster, Schweiz. 19. 1. 1896. Nr. 88627. Kl. 67.

Der Apparat besitzt ein horizontal drehbares, um eine Querachse bewegliches, rinnenförmiges Auflager *A* für den hinteren Theil des Bohrers und eine feste Stütze *B* für die Spitze desselben. Die Vorrichtung ist mit einem Kreuzsupport *E* derart verbunden, dass ebensowohl eine sichere Lagerung des Arbeitsstückes als auch eine feste Einstellbarkeit desselben in jeder erforderlichen Lage zu der Schleifscheibe ermöglicht wird.



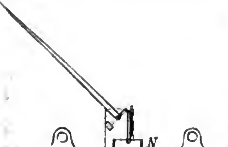
Eisenfreies Wechselstrom-Messgeräth. Th. Marcher in Dresden. 30. 1. 1896. Nr. 89419. Kl. 21.

Die Spule *S* beeinflusst gleichzeitig den festen Zylinder *M* und den beweglichen Ring *N*. Dadurch sucht sich letzterer parallel zu *M* zu stellen und misst hierdurch den Strom. Die Pfeile geben die Kraftlinien- bezw. Anziehungsrichtungen an.



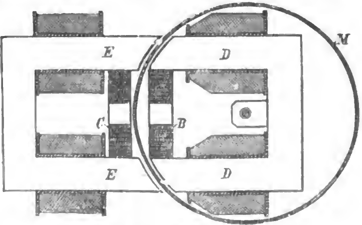
Eisenfreies Wechselstrom-Messgeräth. Th. Marcher in Dresden. 2. 5. 1896. Nr. 89420. Kl. 21. (Zus. z. Pat. 89419.)

Der bewegliche Leiter *N* ist hier derart mit seiner zur Spulenachse senkrechten Drehungsachse in Verbindung gebracht, dass er bei Stromwirkung von der Spule *S* aus dem mit der Spule konachsialen festen Leiter *M* in Richtung dieser gemeinsamen Achse sich selbst parallel genähert wird.



Wechselstrom-Motorzähler. C. Raab in Kaiserslautern. 8. 2. 1896. Nr. 90425. Kl. 21. (Zus. z. Pat. 87042.)

Der scheibenförmige Anker des Hauptpatentes ist hier durch einen Zylinder *M* ersetzt. An der Aussen- sowie an der Innenwandung des letzteren sind Hufeisenmagnete *D* und *E*, die im Nebenschluss liegen, mit der Zylinderfläche des Ankers entsprechend abgeschrägten Polen angeordnet, während die Hauptsolenoïde *B* und *C* von den Elektromagneten *D* und *E* symmetrisch umfasst werden.



Zusammenlegbares Röhrenstativ. F. A. Lesse in Leipzig. 4. 1. 1896. Nr. 89834. Kl. 42.

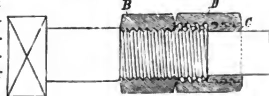
Die Beine dieses Statives bestehen aus konischen Theilen von verschiedener Stärke,

welche zum Zwecke des Zusammenlegens teleskopartig in einander geschoben, zum Zweck der Aufstellung aber gesondert und so verbunden werden, dass in das weite Ende eines Theiles das enge Ende des nächstfolgenden stärkeren Theiles eingeschoben wird. Infolge dessen wird bei einem Druck auf die Beine die Verbindung der Theile nicht gelockert, sondern gefestigt.

Die drei Stativbeine können in ihrer Dicke abgestuft und zum Zwecke des Zusammenlegens aus dem Stativkopf herausgezogen und teleskopartig in einander geschoben werden.

Schraubensicherung. E. Meller in Budapest. 25. 4. 1896. Nr. 89211. Kl. 47.

Oberhalb der Befestigungsmutter *B* ist in den darüber fortgesetzten Schraubenbolzen ein Keil *C* eingeschoben, auf dessen vorstehende Schmalseiten Gewinde von entgegengesetzter Gangrichtung zum Befestigungsgewinde geschnitten ist, welches eine Gegenmutter *D* hält.



Patentliste.

Bis zum 15. März 1897.

Anmeldungen.

Klasse:

21. H. 17725. Elektrizitätszähler mit unter dem Einfluss permanenter Magnete in Quecksilber rotirender Ankerscheibe. G. Hookham, Birmingham, Engl. 31. 8. 96.

U. 1199. Motor-Elektrizitätszähler mit selbstthätiger Regelung gegen fehlerhaftes Angehen bei Nichtbelastung der Arbeitsleitung. Union - Elektrizitäts - Gesellschaft, Berlin. 26. 1. 97.

S. 9698. Messgeräth für Drehstrom. Siemens & Halske, Berlin. 15. 8. 96.

H. 18287. Phasenmesser. Hartmann & Braun, Bockenheim-Frankfurt a. M. 5. 2. 97.

42. Sch. 11862. Verfahren und Vorrichtung zur Regelung von Temperaturen. A. Schwabe, Berlin. 29. 8. 96.

Z. 2180. Doppelfernrohr mit vergrössertem Objektivabstand; Zusatz zum Patent 77086. C. Zeiss, Jena. 26. 5. 96.

H. 17870. Stockstativ. J. G. Heimburg, Friedberg i. d. W., Grossh. Hessen. 16. 10. 96.

N. 3895. Vorrichtung zum Kontroliren der Temperaturen erwärmter Flüssigkeiten. T. C. Nielsen, Hjörring, Dänemark. 26. 10. 96.

Sch. 12080. Zirkelgelenk mit elastischen Einlagen. G. Schoenner, Nürnberg. 21. 11. 96.

D. 7621. Luftthermometer. M. Diehl, Kaiserslautern. 29. 6. 96.

47. B. 19277. Schraubennagel von dreikantigem Querschnitt. E. Bardtholdt, Pankow. 24. 6. 96.

49. G. 10271. Maschine zur selbständigen Herstellung von Stirnrädern mit geraden und spiralgewundenen Zähnen. F. Gildemeister, Bielefeld. 2. 1. 96.

K. 14604. Planscheibe für Feindrehbänke. P. Krüger, Danzig. 28. 11. 96.

57. B. 18854. Schnellseher mit spiralig auf eine Trommel aufgewickeltem Bildstreifen. Aktien - Gesellschaft S. Bergmann & Co., Berlin. 16. 3. 96.

70. W. 12340. Liniirvorrichtung. G. Wilschek und A. Eickhoff, Fröndenberg a. Ruhr 17. 11. 96.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 91844. Schaltvorrichtung für elektrische Messinstrumente. Siemens & Halske, Berlin. 26. 2. 96.

Nr. 91847. Zählvorrichtung mit Schlagwerk für Fernsprech-Gespräch- und -Zeitzähler. A. Lebet, La Chaux-de-Fonds. 17. 7. 96.

Nr. 91849. Wechselstrom-Motorzähler; 2. Zus. z. Pat. 87042. C. Raab, Kaiserslautern. 30. 7. 96.

Nr. 91970. Dreitheilige Sammler - Elektrode. F. Grünwald, Schöneberg b. Berlin. 9. 5. 96.

42. Nr. 91791. Kontaktvorrichtung an Kompassen zur elektrischen Fernanzeige. G. F. R. Blochmann, Kiel. 27. 10. 95.

Nr. 91794. Entfernungsmesser. R. Penkmayer, Amberg, Bayern. 18. 9. 96.

48. Nr. 91900. Verfahren zur Herstellung von galvanoplastischen Formen. R. Rauscher, Berlin. 1. 10. 96.

49. Nr. 91835. Fräskopf zur Herstellung von Rotationskörpern aus Draht u. dgl. J. F. Wallmann & Co., Berlin. 23. 3. 96.

Nr. 91949. Drehherz mit versetzbarer Druckschraube. A. Unthal u. A. Kratz, München 16. 8. 96.

Nr. 92042. Vorrichtung zum Messen und Sondern von Körpern nach verschiedenen Dimensionen. M. Pollak, Mannheim. 28. 12. 95.

57. Nr. 91883. Photographisches Doppelobjektiv; Zus. z. Pat. 90482. Voigtländer & Sohn, Braunschweig. 22. 5. 95.

Nr. 91901. Aufnahme- und Projektionsapparat für Reihenbilder. A. F. Parnaland, Paris. 24. 6 96.

Nr. 92026. Vorrichtung zur Aufnahme und Projektion von Reihenbildern. J. Terme u. A. de Maroussem, Paris. 28. 5. 96.

70. Nr. 91801. Zeichenwinkel. H. Heibig, München. 9. 6. 96.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 8. 15. April. 1897.

Ueber neuere Prinzipien bei der Konstruktion von Sternspektroskopen.

Vortrag,

gehalten im Zweigverein Berlin der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik am 19. Januar 1897

von

Prof. Dr. **J. Scheiner** in Potsdam.

Wie in allen neu entstehenden Zweigen der Wissenschaft ist es auch in der Spektralanalyse, besonders in ihrer hauptsächlichsten Anwendung auf den gestirnten Himmel, gegangen: Anfangs waren die Resultate spielend leicht zu gewinnen; fast jeder Blick durch das am Fernrohr angebrachte Spektroskop lieferte eine Entdeckung, und in wenigen Jahren waren die Fundamente und die Umrisse des stolzen Gebäudes der Astrophysik fertig gestellt. Die verhältnissmässige Leichtigkeit, mit welcher die ersten Resultate erhalten werden konnten, verführte aber auch leider bald zur Flüchtigkeit und Phantasterei, und so hat dann später, als an Stelle des blossen Sehens oder der ungefähren Messung die astronomische Exaktheit in die Beobachtungen und Messungen eingeführt wurde, manches bereits für fertig Gehaltene wieder niedergerissen und durch Besseres ersetzt werden müssen. Bald war das Feld der leicht zu gewinnenden Entdeckungen erschöpft, nur noch die exakte Messung vermochte Neues zu liefern, und immer mehr und mehr musste daher das Streben in den Vordergrund gestellt werden, durch Verbesserung der Apparate die sich steigernden Ansprüche an Genauigkeit zu befriedigen.

Diesen Gang in der Konstruktion der Apparate zeigt nun die Sammlung der Spektralapparate des Potsdamer Observatoriums auf das deutlichste. Die ersten Apparate waren zum grösseren Theil aus England bezogen, weil zuerst in diesem Lande durch Huggins die werthvollste Anwendung der Spektralanalyse auf Fixsterne und Nebelflecken gemacht worden ist. Da im Wesentlichen das Sehen die Hauptsache war, ist bei diesen Instrumenten die Ausführung der optischen Theile eine gute, während der konstruktive Theil sehr viel zu wünschen übrig lässt. Selbst die eigentlichen Trägertheile sind ziemlich zart gearbeitet und aus Messing hergestellt, sodass die Spektroskope nicht den geringsten Anforderungen an Stabilität genügen. Infolge der starken Durchbiegungen an den verschiedenen Stellen der Apparate sind einigermaassen genaue Messungen nicht auszuführen, und als das *non plus ultra* der mechanischen Leistungen dürfte wohl eine Mikrometerschraube gelten, die aus Messing hergestellt ist.

Derartige Instrumente konnten natürlich nicht lange den Zwecken des Observatoriums genügen, nachdem durch H. C. Vogel die Erstrebung der astronomischen Genauigkeit in die Astrophysik als leitendes Prinzip des Instituts eingeführt worden war. Es wurde deshalb von den Gelehrten des Instituts die Konstruktion der Spektroskope selbst in die Hand genommen, und dieselben fanden in dem Mechaniker Töpfer in Potsdam eine Persönlichkeit, die es vorzüglich verstand, auf die Intentionen der Astrophysiker einzugehen und deren Ideen in die Praxis zu übersetzen.

So bildete sich allmählich ein Typus von Sternspektroskopen aus, der, im prinzipiellen Gegensatze zu ausserdeutschen Instrumenten stehend, besonders durch die Anwendung der Photographie zu bedeutenden Erfolgen führte.

Das Potsdamer Prinzip beim Bau dieser Instrumente besteht in der Voranstellung der Bedingungen für möglichste Stabilität vor den Forderungen der Bequemlichkeit und

Billigkeit. Das Maximum der Stabilität ist aber niemals bei einem Universalapparat zu erreichen, sondern nur dann, wenn für jeden Beobachtungszweck ein Spezialinstrument konstruirt werden kann.

Im vollen Gegensatz hierzu befindet sich das Prinzip der amerikanischen Astrophysiker, die für jede Sternwarte nur *ein* Spektroskop anschaffen, welches sie aber dann beliebig mit Prismen oder mit Diffraktionsgittern, mit schwacher oder mit starker Dispersion, photographisch oder optisch auf Sonne, Sterne oder Nebelflecken anwenden können. Es unterliegt keinem Zweifel, dass ein derartiges Universalinstrument billiger ist, als die 4 oder 5 gesonderten Instrumente nach dem Potsdamer Prinzip; ebenso ist nicht abzuleugnen, dass die Herstellung eines komplizirten Universalapparates für den Mechaniker eine befriedigendere Aufgabe bildet, als die der einfachen Spezialinstrumente. Derartige Gründe dürfen aber, wie schon gesagt, nicht maassgebend sein gegenüber der bei weitem grösseren Stabilität, die ein einfacher unveränderlicher Apparat im Vergleich mit einem komplizirten und vielfach umstellbaren gewährt.

Stellen wir also die Forderung der Stabilität in die erste Linie, so müssen wir auch hier zunächst auf diese Frage näher eingehen.

Ein Apparat ist als vollständig stabil zu betrachten, wenn die relative Lage der maassgebenden Theile desselben während einer selbständigen Messungsreihe unverändert bleibt. Beim Spektrometer oder Spektrographen sind als maassgebende Theile zu betrachten die optische Achse des Kollimators und die optische Achse des Beobachtungsfernrohres oder der photographischen Kamera, bezogen auf einen bestimmten Punkt einer Skala oder Schraubenstellung bei optischen Beobachtungen, oder der Platte bei photographischen Aufnahmen. Ausserdem müssen auch die Prismen oder das Gitter eine unveränderte Lage beibehalten, was aber sehr leicht zu erfüllen ist.

Bei dem Spektrometer im Laboratorium ist die Herstellung möglichster Stabilität sehr leicht, beinahe instinktiv zu erfüllen. Es findet beim Spektrometer ja nur eine Drehung um eine einzige Achse statt, und da ist es selbstverständlich, diese Achse senkrecht zu stellen, sodass das ganze Instrument symmetrisch in Bezug auf die Schwerkraft, welche eine Durchbiegung der einzelnen Theile bewirkt, steht. Eine Bewegung des Beobachtungsfernrohrs ändert also an der Durchbiegung der Spektrometertheile nichts.

Ganz anders liegt die Sache bei den Sternspektrometern oder Spektrographen, die am Fernrohr angebracht werden. Hierbei kommen diese Instrumente in die verschiedensten Lagen, und selbst bei der einzelnen Messungsreihe oder den oft stundenlang dauernden Expositionen verändert sich allmählich durch die Fortführung des Fernrohrs die Lage sehr stark. Von einer symmetrischen Stellung des Apparates in Bezug auf die Richtung der Schwerkraft kann keine Rede sein, und es ist daher erforderlich, die variable Durchbiegung der einzelnen Theile durch eine möglichst stabile Konstruktion auf ein Minimum zu beschränken. Hierbei soll man naturgemäss aber mehr die Prinzipien, die etwa beim Brückenbau oder bei Dachkonstruktionen maassgebend sind, berücksichtigen, als die bei den Mechanikern häufig mehr in den Vordergrund tretenden Bestrebungen nach Eleganz und Schönheit, wobei übrigens diese beiden Dinge durchaus nicht im Gegensatze zu einander stehen, sondern sich leicht vereinigen lassen. Es sind hier zwei Punkte, auf die es wesentlich ankommt: 1. Die Befestigung des Spektroskopes am Fernrohr darf nicht an einem extrem gelegenen und daher schwachen Punkte des Apparates geschehen, sondern hat möglichst nahe dem Mittelpunkte oder noch besser dem Schwerpunkte zu erfolgen; 2. der ganze Apparat muss ein in sich geschlossenes System darstellen ohne weit heraustretende freie Theile.

In Bezug auf den ersten Punkt hat man bisher viel gesündigt, indem man aus Bequemlichkeitsgründen den dem Fernrohr nächst gelegenen Theil des Spektroskops, das Spaltende des Kollimatorrohres, in den Okularauszug des Fernrohrs einschraubte. Das verhältnissmässig dünne Kollimatorrohr hatte daher nur eine kleine Befestigungsbasis und trug am anderen Ende gerade die schwersten Theile des Apparates, die Prismen- oder Gitterbüchse mit dem weit herausragenden Beobachtungsfernrohr resp. der Kamera.

Nach dem Potsdamer Prinzipe findet eine Befestigung des Spektroskopes am Okularauszug überhaupt nicht mehr statt. Vielmehr wird der ganze Okularauszug vom Fernrohre abgenommen, und auf die breite Basis des Fernrohrendes selbst wird ein aus T-Stahl gefertigter Konus aufgesetzt, an dessen anderem Ende die Prismenbüchse befestigt ist und der in seinem Innern das Kollimatorrohr enthält. Frei nach aussen ragt jetzt nur noch das Beobachtungsfernrohr resp. die Kamera hervor, und um nun

den zweiten Punkt zu berücksichtigen, ist es erforderlich, das äussere Ende entweder der konstruktiven Theile, innerhalb welcher sich das Beobachtungsfernrohr bewegt, oder direkt das äussere Ende der Kamera durch eine starke Stahlstange mit der Basis des konischen Theiles zu verbinden und so ein geschlossenes System herzustellen[1]).

Es liegt nun der Gedanke nahe, diesem geschlossenen System eine innere Spannung zu geben und dadurch die Wirkung der Schwerkraft auf die Durchbiegung zu vermindern. Wie ein Faden sich um so weniger durchbiegt, je straffer er gespannt ist, so auch das geschlossene System im Spektroskope; man erreicht diese Spannung leicht dadurch, dass man die Verbindungsstange zwischen Kamera und der Basis des Apparates etwas kürzer macht, als für genaues Passen erforderlich ist, und dann durch gewaltsames Festschrauben die Theile mit einander verbindet. Man darf hierbei natürlich nicht zu weit gehen, keinesfalls darf die Elastizitätsgrenze der einzelnen Theile überschritten werden.

Ich habe bisher nur von den Veränderungen im Spektroskope gesprochen, welche durch die Einwirkung der Schwerkraft bedingt sind, und die, wie ich nach meinen Erfahrungen mittheilen kann, sich durch die Berücksichtigung der oben aufgestellten Prinzipien praktisch vollständig unmerklich machen lassen. Schlimmer steht es mit den Veränderungen im Apparat, welche durch die Variation der Temperatur erfolgen. Auch diese lassen sich im Laboratorium durch Innehaltung einer möglichst konstanten Lufttemperatur und durch Schutz gegen die strahlende Wärme des Beobachters oder der Beobachtungslampen vermittels blanker Bleche (siehe meine Untersuchung hierüber in der *Zeitschr. f. Instrkde. 7. S. 272. 1887)* nahezu vollständig vermeiden, dagegen garnicht am Fernrohr, wo naturgemäss in der geöffneten Kuppel die Temperatur häufig in ein oder zwei Stunden um mehrere Grad fällt, auch ein Schutz gegen die strahlende Wärme des Beobachters kaum möglich ist. In letzterer Beziehung ist es noch am besten, die äusseren Oberflächen der Instrumententheile möglichst blank zu halten, in ersterer Beziehung würden die Schwankungen der Lufttemperatur nur dann einigermaassen unwirksam gemacht werden können, wenn die Metallmassen des Spektroskopes sehr mächtig genommen würden. Das verbietet sich aber durch die Anbringung am Fernrohr, die im Gegentheil eine möglichst leichte Ausführung des Apparates verlangt, von selbst. Man ist daher dem Temperatureinflusse ziemlich schutzlos preisgegeben, und in der That gehört es nicht zu den Seltenheiten, dass in Folge derselben die Resultate mancher sonst guten Beobachtungsabende verloren gehen.

Ich komme nun zu einem anderen Punkte. Die Einführung der photographischen Methoden in die Spektroskopie der Himmelskörper hat ganz wesentlich vermehrte Anforderungen an das Festhalten des Objektes, des Sternes, auf dem Spalte gestellt. Bei der direkten Beobachtung ist es nur erforderlich, eine Vorrichtung zu besitzen, welche es ermöglicht, im Anfange das Bild des Sterns auf den Spalt zu bringen; nachher sieht man ja selbst, ob dies noch stattfindet, daran, ob überhaupt ein Spektrum sichtbar ist oder nicht. Verschwindet das Spektrum, so wird man mit Hülfe der Feinbewegungen des Refraktors kleine Bewegungen des Instrumentes ausführen, um den Stern zu suchen, und ihn dabei bald wiederfinden. Das ist beim Photographiren des Spektrums aber nicht möglich, weil man hierbei das Spektrum überhaupt nicht sieht.

Es sind nun in den letzten Jahren drei Methoden zum „Halten" eines Sterns ausgebildet worden, die sämmtlich den erforderten Zweck vollkommen erfüllen.

Die erste derselben ist von H. C Vogel beim grossen Potsdamer Spektrographen angewendet worden. Wenn sich das Bild des Sternes im Spalte befindet, so wird das von diesem ausgehende Lichtbündel durch die Kollimatorlinse parallel gemacht und trifft dann erst die Prismen. Das von der ersten Prismenfläche reflektirte Licht, welches ohnehin für das Spektrum verloren ist, wird nun durch ein kleines Fernrohr aufgefangen. Ist das Okular des letzteren auf Unendlich eingestellt, so wird man ein schwaches Bild des Sternes im Spalte sehen. Beleuchtet man nun den Spalt von aussen, z. B. durch eine Geissler'sche Röhre, welche in grösserer Entfernung vom Spalte den vom Fernrohrobjektive kommenden Strahlenkegel durchsetzt, so erblickt man in dem kleinen Fernrohre gleichzeitig den Spalt als helle Lichtlinie und in dem-

[1]) Die Einzelheiten dieser Konstruktion wurden vom Vortragenden durch Zeichnungen an der Tafel und durch die Projektionsvorführung einer Photographie des grossen Potsdamer Spektrographen erläutert.

selben den Stern als feinen Punkt. Diese Vorrichtung erfüllt nicht nur die Forderung, nunmehr während der ganzen Expositionszeit den Stern im Spalte zu halten, sondern mit ihr ist es auch leicht möglich, den Stern auf einer bestimmten Stelle des Spaltes zu halten, sodass das resultirende Spektrum sehr dünn wird und damit ein Maximum der Lichtstärke erreicht ist. Da das von der ersten Fläche reflektirte Licht nur etwa 5% des ganzen Lichtes beträgt, so ist diese Methode nur für hellere Sterne anwendbar.

Eine sehr ingeniöse Einrichtung ist von Huggins angegeben worden. Derselbe stellt die Spaltbacken des Spektrographen aus blankpolirten ebenen Platten von Spiegelmetall her und giebt dieser spiegelnden Ebene eine geringe Neigung gegen die Senkrechte zur optischen Achse. Entsprechend dieser Neigung befindet sich dicht seitlich neben dem vom Objektive kommenden Lichtkegel ein totalreflektirendes Prisma, welches die von der Spaltfläche reflektirten Strahlen seitlich in ein Okular wirft, welches seinerseits auf die mit der Brennebene des Refraktors koïnzidirende Spaltebene eingestellt ist. Man erblickt in diesem Okular also das ganze Gesichtsfeld des Refraktors mit allen Sternen und gleichzeitig den Spalt als feine dunkle Linie. Es ist nun sehr leicht, jeden beliebigen Stern auf diese Linie einzustellen; sein Verschwinden kündet an, dass sein Licht nunmehr in das Spektroskop fällt, und das Halten des Sterns besteht also in der Vermeidung des Wiedererscheinens desselben.

Man kann mit dieser Vorrichtung natürlich auch schwache Sterne bequem halten, und ihr Hauptvorzug besteht eben darin, dass man die ganze Konstellation vor Augen hat und daher gerade schwächere und sonst unsicher zu identifizirende Objekte mit Sicherheit zur spektroskopischen Untersuchung bringen kann.

Die dritte und entschieden beste Methode zum Halten lässt sich nur bei den nach neuerer Art konstruirten photographischen Refraktoren verwenden.

Diese bestehen bekanntlich im Wesentlichen aus einem Doppelfernrohre, einem photographischen und einem optischen, die behufs Vermeidung differentieller Durchbiegung in einem einzigen Rohre vereinigt sind. In dem optischen Instrumente wird bei starker Vergrösserung ein Stern genau im Fadenkreuze gehalten, und entsprechend bleibt alsdann während stundenlanger Exposition das photographische Bild auf genau derselben Stelle der photographischen Platte. Bringt man an Stelle der letzteren nun den Spalt eines Spektroskopes am Instrumente an und hat einmal Fadenkreuz und Spalt auf einander justirt, so bleibt natürlich der Stern nunmehr auch stundenlang bei exaktem Halten auf dem Spalte. Auch hierbei können schwächere Sterne zur Untersuchung gelangen.

(Schluss folgt.)

Vereins- und Personen-Nachrichten.

D. G. f. M. u. O. Zweigverein Berlin.

Sitzung vom 9. März 1897. Vorsitzender: Herr W. Handke.

Der Vorsitzende widmet Herrn P. Dörffel herzliche Worte des Nachrufs; die Versammlung erhebt sich zu Ehren des Verstorbenen. — Der Vorsitzende spricht darauf allen denen, die sich um das Gelingen der geselligen Zusammenkunft vom 16. Februar verdient gemacht haben, insbesondere den Herren K. Friedrich und W. Haensch, den Dank der Gesellschaft aus; die Kosten dieser Veranstaltung werden bewilligt.

Herr H. Seidel giebt eine Reihe technischer Mittheilungen: 1. Mit Karborundum habe er sehr günstige Erfahrungen gemacht; es schleife glasharte Feilen leicht an, wie die vorliegenden Probestücke beweisen; Herr Stückrath habe bei der Bearbeitung von Achat sehr gute Resultate erzielt. 2. Zur Erläuterung des Satzes: „Das weiche Material schleift, das harte wird geschliffen" (vgl. den Aufsatz des Vortragenden *Vbl. 1896. S. 124 u. 132*) werden die *a. a. O.* genannten Beweisstücke vorgezeigt. 3. Es ist dem Vortragenden gelungen, ein Lineal aus Messing für eine Thermometer-Theilmaschine an seinen Kanten so mit Zähnen von 1 resp. 2 *mm* Abstand zu versehen, dass die Lücken radial nach dem Drehungspunkte der Reduktionsschiene laufen; das Lineal wird vorgewiesen. 4. Der Vortragende zeigt einen Fräsesupport, auf welchem ein Lehrling Schraubenmuttern schnell und genau anfertigen kann, sowie 5. einen Support für Schraubenköpfe; die Anwendung der Supporte wird erläutert. 6. Es werden Schleifschalen demonstrirt, wie sie der Vortragende bis zu einem Radius von 165 *mm* herstellt; die zusammengehörigen Schalenpaare adhäriren sehr fest an einander. 7. An Probestücken wird eine Arbeitsmethode erläutert, um einfache Schraubenschlüssel auf der Drehbank anzufertigen.

Auf Anregung des Vorsitzenden werden aus der Mitte der Versammlung noch weitere Mittheilungen über Karborundum gemacht.

Herr P. Görs hat eine glasharte Kreissäge mit diesem Material ohne grosse Kraftanstrengung geschärft; die benutzte Karborundumfeile verschmierte sich zwar dabei etwas, liess sich aber durch einige Tropfen Salpetersäure vollständig wieder reinigen; harter Stahl wurde unter Anwendung von Oel an einem Karborundumsteine polirt; Karborundum schleift harten Guss.

Herr A. Cochius zeigt Proben von Karborund-Papier u. dgl. vor, wie sie von ihm zu beziehen sind.

Herr P. Stückrath bestätigt die obige Mittheilung von Herrn Seidel; er habe mit Karborundum Achat fünfmal so schnell geschliffen, wie mit Schmirgel.

Herr B. Halle-Steglitz warnt davor, im Karborandum einen Ersatz für Diamant zu sehen, und ferner davor, Karborundum mit Schmirgel gleichzeitig zu benutzen.

Nachdem der Vorsitzende darauf hingewiesen, wie dankenswerth und anregend derartige zwanglose technische Mittheilungen seien, giebt er die Einzelheiten für den Festzug am 23. März bekannt.

Zum Schluss führt Herr P. Görs einen einfachen und kompendiösen Phonographen amerikanischen Ursprungs vor. *Bl.*

Dr. Joseph Liznar, Privatdozent der Meteorologie und des Erdmagnetismus an der Technischen Hochschule Wien und Adjunkt an der Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, ist zum a. o. Professor daselbst ernannt worden. — Die Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg ernannte zu korrespondirenden Mitgliedern den o. Professor der Chemie an der Universität Berlin **Hans Landolt,** den o. Professor der Chemie an der Universität Leipzig **Wilhelm Ostwald,** den Präsidenten der *Royal Society* Professor **Lord Kelvin** (Sir William Thomson) in Glasgow und der Direktor des *Nautical Almanac Office* Prof. **Simon Newcomb** in Washington. — **Dr. K. Kahle,** Assistent b. d. Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, ist zum Technischen Hülfsarbeiter bei dieser Behörde ernannt worden. — **Charles Tomlinson,** Professor der Experimental-Wissenschaften am *King's College* in London, ist am 15. Februar in Highgate bei London, 88 Jahr alt, gestorben.

Kleinere Mittheilungen.

69. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte.

Braunschweig, 20.—25. September 1897.

Bei der *Abtheilung für Instrumentenkunde* ist Einführender Herr v. Voigtländer (Monumentenstr. 2) und Schriftführer Herr Dr. Kaempfer (Neue Promenade 7). Diese Herren bitten Vorträge und Demonstrationen spätestens bis Mitte Mai anzumelden, da den allgemeinen Einladungen, welche von den Geschäftsführern Anfangs Juli zur Versendung gebracht werden, bereits ein vorläufiges Programm der Versammlung beigegeben werden soll.

Für Mittwoch den 22. September ist von Seiten der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe des wissenschaftlichen Ausschusses eine *gemeinsame Sitzung* aller sich mit der *Photographie* wissenschaftlich beschäftigenden oder dieselbe als Hülfsmittel der Forschung benutzenden naturwissenschaftlichen und medizinischen Abtheilungen in Aussicht genommen, für die Herr Prof. H. W. Vogel in Charlottenburg den einleitenden Vortrag über den heutigen Stand der wissenschaftlichen Photographie zugesagt hat. An denselben sollen sich Berichte über die von anderen Seiten gemachten Erfahrungen anschliessen; auch soll eine Ausstellung wissenschaftlicher Photographien damit verbunden werden, deren Organisation Herr Prof. Max Müller in Braunschweig übernommen hat. Die Anmeldung von Mittheilungen für diese Sitzung und von auszustellenden Photographien werden gleichfalls spätestens bis Mitte Mai erbeten.

Zugleich wird ersucht, etwaige Wünsche in Betreff weiterer gemeinsamer Sitzungen mit einzelnen anderen Abtheilungen kundgeben und Berathungsgegenstände für diese Sitzungen nennen zu wollen.

Alle Mittheilungen werden an einen der Eingangs genannten Herren erbeten.

Die technischen Fortbildungsschulen Berlins.

(Nach Programmen.)

I. Handwerkerschule (SW., Lindenstrasse 97/98). Direktor: Hr. O. Jessen.

Der Unterricht findet in den Nachmittag- und Abendstunden, sowie am Sonntag Vormittag statt[1]); er umfasst, soweit er für unser Fach von Wichtigkeit ist, folgende Gegenstände:

1. Freihandzeichnen:	2	Kurse	2	Std.	wöchentlich
	25	„	4	„	
2. Zirkelzeichnen:	2	„	2	„	
	5	„	4	„	
3. Projektionszeichnen:	2	„	2	„	
	5	„	4	„	
4. Darstellende Geometrie:	1	„	2	„	
	5	„	4	„	
5. Fachzeichnen (n. Beruf):	35	„	4	„	

[1]) In der Fachschule für Mechaniker und der Tagesklasse für Elektrotechnik findet der Unterricht am Tage statt; jedoch kommen diese für unseren Leserkreis in erster Linie wichtigen Einrichtungen bei dem obigen Bericht nicht in Betracht, da der Eintritt in dieselben nur mit Beginn des Winterhalbjahres erfolgen kann.

6. Mathematik: 2-stündige theilweise aufsteigende Kurse.

7. Mathem. Uebungen:	3 Kurse, 2 Std.		wöchentlich
8. Physik;	2 „	4 „	
9. Elektrotechnik:	1 „	4 „	
10. Mechanik;	2 „	2 „	
11. Chemie:	1 „	4 „	
12. Rechnen:	2 „	2 „	
13. Buchführung:	1 „	2 „	

Das halbjährige Schulgeld beträgt: für 8 wöchentliche Stunden 6 *M.*, für 9 bis 12 wöchentliche Stunden 9 *M.*, für 13 und mehr Stunden 12 *M.*

Aus der Statistik des Unterrichts sind folgende Zahlen von Interesse.

Es wurden abgehalten: Fachzeichenkurse für Mechaniker, im Sommer 1896: 5 mit 162 Schülern, im Winter 1896/97 9 mit 270 Schülern, für Elektrotechniker: je 1 Kursus mit 33 resp. 39 Schülern; Kurse für Mechanik: je 2 mit 42 resp. 56 Schülern.

Unter den Schülern waren die Mechaniker am zahlreichsten vertreten: im Sommer 88 Gehülfen und 209 Lehrlinge, im Winter 120 Gehülfen und 297 Lehrlinge; die entsprechenden Zahlen für Elektrotechniker waren 19 und 20 resp. 27 und 24.

II. Handwerkerschule. (O., Stralauer Platz 24) Direktor: Hr. H. Tradt.

Die Unterrichtsgegenstände und ihr Umfang sind im Wesentlichen dieselben wie an der I. Handwerkerschule, nur fehlen Physik, Elektrotechnik und Chemie; die Zeichenkurse sind sämmtlich 4-stündig. Auch das Schulgeld ist das gleiche. Die Schule wird viel weniger von Mechanikern besucht als die I. Handwerkerschule, sie zählte deren im Ganzen während des Sommers 48, während des Winters 86; deshalb sind die für unser Fach in Betracht kommenden Kurse sehr erheblich schwächer besucht.

III. Städtischer Gewerbesaal. Direktor: Hr. K. Hrabowski.

Der Unterricht erstreckt sich hauptsächlich auf Zeichnen, (darunter auch Fachzeichnen für Mechaniker), ausserdem wird Mechanik und Maschinenlehre getrieben. Es wird an 10 verschiedenen, über die ganze Stadt vertheilten Stellen unterrichtet und zwar in *C.:* Hinter der Garnisonkirche 2; *S.:* Wasserthorstr. 31; *SO.:* Reichenberger Str. 131; *NO.:* Friedenstr. 37, Heinersdorfer Str. 18; *N.:* Zehdenicker Str. 17/18, Wiesenstr. 66, Putbuser Str. 23; *NW.:* Thurmstr. 86; *W.:* Pallasstr. 15.

Das Eintrittsgeld beträgt für das Halbjahr bei 4 wöchentlichen Stunden 4 *M.*, sonst 6 *M.* Im Winter 1896/97 wurden 76 Kurse mit 1722 Theilnehmern abgehalten.

Die Anmeldung kann an den oben genannten Stellen bei Beginn des Sommerhalbjahres (22. April) erfolgen. —

Die Programme, denen das Vorstehende entnommen ist, gingen bei der Redaktion am 2. d. M. ein, an welchem Tage der Termin für die Anmeldung an den Handwerkerschulen ablief. (Vgl. *Vbl. 1897. S. 54.*) Wofern die Zusendung der Programme seitens des Magistrats den Zweck hatte, die betheiligten Kreise zum Besuche auch dieser beiden Institute anzuregen, wäre es erwünscht gewesen, diese Programme früher zu erhalten, damit die obigen Mittheilungen, wenn nicht in der Nummer vom 15. März, so doch wenigstens in der vom 1. April gebracht werden konnten. *Bl.*

Für die Masse von 100 *kg* hat der Bundesrath die Benennung **Doppelzentner** und die Abkürzung *dz* festgesetzt. Damit ist für diese dem Verkehr unentbehrliche Grösse Einheitlichkeit herbeigeführt worden, und die bisher gebräuchlichen „metrischen Zentner" oder gar „Meterzentner" (das letzte ist vom physikalischen Standpunkte aus etwas ganz anderes als eine Masse) werden bald verschwinden. Ob die getroffene Wahl, insbesondere mit Bezug auf den internationalen Gebrauch des metrischen Maasssystems und seiner Abkürzungsprinzipien (s. *Vbl. 1892. S. 41.*) sehr glücklich war, mag dahingestellt sein. Mit Rücksicht hierauf hätte es sich vielleicht empfohlen auf die Tonne (t) zurückzugreifen; als zehnter Theil derselben hätte man 100 *kg* als „Decitonne" bezeichnen und mit *dt* abkürzen können.

Die Firma **Gans & Goldschmidt** in Berlin hat am 1. April d. J. eine elektrotechnische Anstalt und mechanische Werkstatt zur Herstellung elektrischer Messinstrumente eröffnet. Die Firma befasst sich mit dem Bau von Präzisions- und Normalinstrumenten, sowie von technischen Strom- und Spannungsmessern in jedem Messbereich, u. a. auch von solchen nach dem Prinzip von Deprez-d'Arsonval.

Bücherschau.

A. Wilke, Der elektrotechnische Beruf. Eine kurzgefasste Darstellung des Bildungsganges u. der Aussichten des Elektrotechnikers, des Elektrochemikers u. der elektrotechn. Gewerbetreibenden, nebst Nachweis über die besteh. Anstalten f. Ausbildg. der Elektrotechniker. 2. Aufl. gr. 8⁰. VIII, 133 S. Leipzig. O. Leiner. 2,25 *M.*

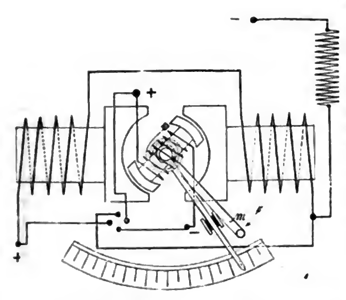
F. P. Liesegang, Die Fernphotographie. gr. 8⁰. 134 S. m. Abbildgn. u. 3 Taf. Düsseldorf, E. Liesegang. 3,00 *M.*

L. Geissendörfer, Schriften-Vorlagen für Techniker aller Fächer. 18. Aufl., qu.-gr 8⁰ 34 S. München, F. Bassermann. 1,20 *M.*

Etienne de Fodor, Elektrizität direkt aus Kohle. 8⁰. XI. 306 S. m. 46 Abbildgn. Elektrot. Bibl. 46. Bd. Wien, A. Hartleben. 3,00 *M.*

H. Schubert, Fünfstellige Tafeln u. Gegentafeln f. logarithmisches u. trigonometrisches Rechnen. gr. 8⁰. VI, 157 S. Leipzig, B. G. Teubner. Geb. in Leinw. 4,00 *M.*

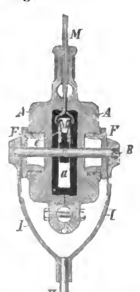
Patentschau.



Wattzähler ohne Hysteresisfehler. Siemens & Halske in Berlin. 22. 2. 1896. Nr. 89130 Kl. 21.

Die eisenführenden Spulen werden periodisch kurz geschlossen oder ausgeschaltet. Hierdurch wird bewirkt, dass die Magnetisirung stets von unten herauf erfolgt, von einem Punkte ausgehend, welcher der Remanenz entspricht. Nach der Fig. besorgt der den Zeiger periodisch in die Nulllage zurückführende Mitnehmer in die Kurzschliessungen.

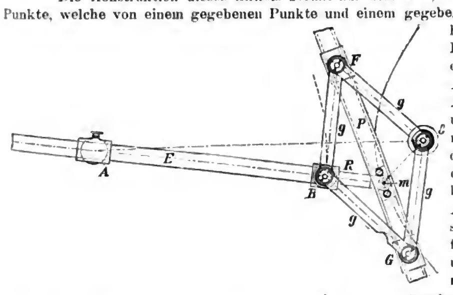
Tiefenmesser mit elektrischer Meldevorrichtung. H. H. Franklin in Brooklin, N.-Y., V. St. A. 12. 4. 1896. Nr. 88491. Kl. 42.



Das Gehäuse dieses Tiefenmessers besteht aus dicht mit einander verbundenen Gehäusetheilen *A*, die eine innere die Kontaktvorrichtung enthaltende Kammer *a* bilden, durch welche die Querwelle *B* mit den beweglichen Kontakten *e* mittels Stoffbüchsen *F* dicht hindurchgeführt wird. Die Meldevorrichtung wird durch das am Grunde entlang geführte Loth *H* dadurch bethätigt, dass durch Arm *I* die Welle *B* mit den Kontakten *e* gedreht und hierdurch der Alarmstromkreis in der Leitung *M* geschlossen wird, welche durch ihren Ablauf von einer Trommel die Wassertiefe bestimmt.

Hyperbelzirkel. C. Andriessens in Mittweida. 15. 10. 1895. Nr. 89059. Kl. 42.

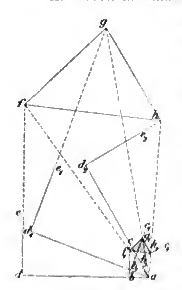
Die Konstruktion dieses Zirkels beruht auf dem Satz, dass der geometrische Ort aller Punkte, welche von einem gegebenen Punkte und einem gegebenen Kreise gleiche Entfernung haben, eine Hyperbel bildet. Der Zeichenstift *m* sitzt an dem einen Ende einer Stange *R*, die mit einer zweiten Stange *P* durch ein Gelenk verbunden und verschiebbar in einer Führungsstange *E* gelagert ist, auf der sich verstellbar ein Klötzchen *A* mit einer Zirkelspitze *a'* befindet. Ein zweites Klötzchen *B* auf der Führungsstange *E*, sowie zwei auf der Stange *P* frei verschiebbare Klötzchen *F* und *G* und ein freies, ebenfalls mit Einsteckspitze versehenes Stück *C* sind ferner durch vier gleich lange Gelenkstücke *g* zu einer parallelogrammartigen Führung vereinigt. Nach Einsetzen der einen Spitze *C*





in den gegebenen Punkt und der anderen *a* in die Mitte des gegebenen Kreises beschreibt der Zeichenstift *m* die verlangte Hyperbel.

Instrument zur zeichnerischen Aufnahme eines Geländes von einem einzigen Standorte aus H. Veith in Clausthal i. Harz. 18. 3. 1896. Nr. 89722. Kl. 42.



Zur zeichnerischen Aufnahme eines Geländes im verkleinerten Maassstabe von einem einzigen Standorte aus unter Vermeidung jeglicher Längen- und Winkelmessungen dient eine um eine vertikale Achse *a* drehbare Verbindung paralleler Lineale *ad*, *bc* und *de*. Diese Verbindung wird zur Aufnahme der einzelnen Geländepunkte (in der Figur *fgh*) in der Weise benutzt, dass man die vertikale unter der Visirvorrichtung liegende Kante des Lineals *de* durch Drehung der Linealverbindung in der Horizontalebene eines Messtisches nach dem betreffenden Punkte richtet, hierauf auf dem Papier längs der der Drehachse zugekehrten Kante des nächstfolgenden parallelen Lineals *bc* eine Linie zieht, danach die den Drehpunkt schneidende Kante des dritten Lineals *ad* durch Drehung der Linealverbindung in der Richtung nach demselben Punkte gelangen lässt und nun eine Linie längs dieser Kante auf dem Papier zieht, sodass der Schnittpunkt der beiden gezogenen Linien die Projektion des aufzunehmenden Punktes auf dem Messtische bildet.

Durch Hinzufügung einer Skalenlatte kann diese Vorrichtung zu einem Entfernungsmesser umgewandelt werden.

Patentliste.

Bis zum 29. März 1897.

Anmeldungen.

Klasse:

21. B. 19801. Primärelement mit regulirbarer positiver Elektrode. O. R. Edler von Burgwall, Wien, und L. Ofenschüssl, Prag. 24. 10. 96.

42. B. 19426. Apparat zur Bestimmung der Sehweite und des Pupillenabstandes und der Augengläser. L. A. Beckmann, Otterndorf. 28. 7. 96.

R. 10773. Zehnerschaltvorrichtung für Zählwerke, Additionsmaschinen u. s. w. E. Runge, Berlin. 19. 12. 96.

W. 12309. Wärmeregler. L. Hermsdorf und R. Weiske, Chemnitz. 4. 11. 96.

Z. 2260. Zeichendreieck zum bequemen Auftragen spitzer Winkel. F. Ziegler, Erfurt. 15. 12. 96.

R. 10732. Integratoren mit stufenweiser Integration. B. Rülf, Nürnberg. 5. 12. 96.

47. J. 4167. Getriebe für Parallelbewegung. H. Jeglinsky, Dresden-Blasewitz. 7.12.96.

49. T. 4887. Schraubstock mit verschiebbaren Hinterbacken. W. Thompson, Boston, Mass., V. St. A. 30. 3. 96.

57. A. 4976. Pneumatischer Lichtpausapparat ohne Glasscheibe. H. Achilles, Dortmund i. W. 9. 11. 96.

67. B. 19839. Schleifvorrichtung für Werkzeuge. H. C. Bekking, Utrecht, Holland. 2. 11. 96.

O. 2548. Maschine zur Herstellung von Kugeln. J. A. Ochs, Frankfurt a. M. 24. 9. 96.

W. 12404. Verfahren zur Herstellung von Schleif- und Polirscheiben. H. Wiktorin, Wien. 4. 12. 96.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 92102. Depolarisationsmasse für galvanische Elemente. F. Mayer, Kalk bei Köln a. Rh. 23. 5. 96.

Nr. 92103. Verfahren, um astatische Galvanometer von den Störungen des erdmagnetischen Feldes unabhängig zu machen. Siemens & Halske, Berlin. 3. 9. 96.

Nr. 92193. Isolator mit Oelrinne. A. Peschel, Frankfurt a. M. 3. 4. 96.

Nr. 92255. Kohlenwalzenmikrophon mit Flüssigkeitsdämpfung. P. E. Huber, Zürich. 1. 10. 96.

42. Nr. 92219. Reissfeder. F. Lutterberg, Mittweida. 30. 4. 96.

Nr. 92222. Theilmaschine für astronomische Kreise, Theilräder u. dgl. G. Meissner, Berlin. 19. 7. 95.

57. Nr. 92144. Zusammenlegbare photographische Kamera; Zusatz zum Patent 84 885. Th. M. Clark, Newton. 9. 2. 96.

Nr. 92247. Vorrichtung zur Aufnahme und Projektion von Reihenbildern. P. Müller, Köln a. Rh. 25. 8. 95.

70. Nr. 92135. Vorrichtung zum Verzeichnen von Ellipsen auf dem Reissbrett. G. Grund, Berlin. 21. 4. 96.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 9. **1. Mai.** **1897.**

Ueber neuere Prinzipien bei der Konstruktion von Sternspektroskopen.

Vortrag,

gehalten im Zweigverein Berlin der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik am 19. Januar 1897

von

Prof. Dr. **J. Scheiner** in Potsdam.

(Schluss.)

Soviel von neueren Prinzipien, welche die mechanischen Theile der Spektroskope betreffen. Ueber die optischen Theile ist weniger Neues zu sagen, da man ja von Anfang an bestrebt gewesen ist, dieselben möglichst gut herzustellen. Immerhin sind jedoch durch die Anwendung der Photographie einige Gesichtspunkte in den Vordergrund gerückt worden, die man früher weniger beachtet hat.

In der Photographie kommen wesentlich die violetten und ultravioletten Strahlen zur Geltung, und für diese sind im Allgemeinen alle optischen Medien weniger durchsichtig als für die sichtbaren Strahlen. Bei einer gewissen, im Ultraviolett gelegenen Grenze der Wellenlängen wird schliesslich sogar unsere Luft in Schichten von wenigen Zentimetern vollständig undurchsichtig, und in noch viel höherem Maasse ist dies für Glas der Fall. Selbst scheinbar ganz farblose Flintglassorten lassen in dickeren Schichten kaum noch ultraviolettes Licht durch, und man ist deshalb bei der Konstruktion von Spektrographen darauf angewiesen, die zu den Prismen und Linsen zu verwendenden Glassorten vorher genau auf die Absorption der ultravioletten Strahlen zu untersuchen. Selbstverständlich bezieht sich dies auch auf die Gläser, welche zu den Objektiven der Refraktoren verwendet werden, und für Untersuchungen, welche sich wesentlich auf die brechbaren Wellenlängen beziehen sollen, darf überhaupt Glas nicht mehr zur Verwendung kommen. Man ist alsdann auf die Benutzung von Spiegelteleskopen, Prismen und Linsen aus Quarz oder Kalkspath angewiesen.

Die Absorption in den Glasprismen spielt sogar eine wichtige Rolle bei dem Bestreben möglichster Exaktheit in der Bestimmung von Spektrallinien auf photographischem Wege. Diejenigen Strahlen, welche nahe der Basis der Prismen durchgehen, erleiden eine sehr viel stärkere Absorption als die an der Spitze passirenden; die Kante einer hellen Linie, welche den ersteren Strahlen entspricht, bildet sich also merklich schwächer ab, als die andere, sie kommt bei schwachen Linien eventuell gar nicht mehr zur Abbildung, und die Folge davon ist eine Verschiebung der Mitte der schwachen Linien gegen die Mitte der hellen Linien. Bei der Ausmessung derartiger Spektralphotogramme entsteht also ein systematischer Unterschied in der Position der hellen und schwachen Linien, der bei sehr exakten Untersuchungen nicht mehr vernachlässigt werden darf.

Da man in der Sternspektralanalyse stets mit Mangel an Licht zu kämpfen hat, so muss man natürlich bei der Konstruktion von Sternspektroskopen mit jedem Prozent Lichtgewinn geizen. Man hat bisher mit Recht die Durchmesser von Kollimator- und Fernrohrobjektiv gleich gross gewählt, weil auch nach dem Durchgange durch die Prismen jedes Strahlenbündel von *einer* Farbe aus parallelem Licht besteht. Bei den Spektrographen aber erfolgt gleichzeitig die Abbildung eines grösseren Theiles des Spektrums; die Lichtbündel der verschiedenen Farben gehen aber divergent auseinander, und deshalb muss, falls in den äusseren Theilen des Spektrums kein Lichtverlust ein-

treten soll, die Oeffnung der Kameralinse nach Maassgabe der Dispersion und des Abstandes von den Prismen grösser sein als die Oeffnung der Kollimatorlinse.

Das möge für heute genug sein von den allgemeinen Prinzipien bei der Konstruktion von Sternspektralapparaten. Ich möchte Ihnen jetzt nur noch einen neuen Apparat und die damit erhaltenen Resultate in Wort und Bild vorführen, einen Apparat, der berufen ist, eine vollständige Umwälzung in den Sonnenbeobachtungsmethoden herbeizuführen, und der seit der kurzen Zeit seines Bestehens schon sehr wichtige neue Resultate geliefert hat. Ich meine den Spektroheliographen, ein Instrument, welches nicht zu spektroskopischen Untersuchungen dient, sondern eine photographische Kamera ist in Verbindung mit einem Spektroskope, wobei das letztere nur zur Zerlegung des Lichtes dient, um in monochromatischem Lichte photographiren zu können.

Das Prinzip des Apparates ist schon vor vielen Jahren von Janssen aufgestellt worden, und mehrere praktische Versuche sind ohne guten Erfolg verlaufen, bis es vor einigen Jahren dem amerikanischen Astronomen Hale gelang, eine wirklich praktische Lösung der Aufgabe zu finden.

Die Anregung zu der Konstruktion eines derartigen Instrumentes ist durch das Bestreben gegeben worden, die Sonnenprotuberanzen, die ja direkt in monochromatischem Lichte beobachtet werden, auch in demselben zu photographiren, und zwar nicht blos eine einzelne Protuberanz, sondern die Gesammtheit aller um den ganzen Sonnenrand herum. Der Hauptgrund, weshalb die früheren Versuche erfolglos geblieben sind, beruht auf dem Umstande, dass man als monochromatisches Licht dasjenige einer im Blau oder Violett gelegenen Wasserstofflinie benutzte, weil die Protuberanzen im wesentlichen aus Wasserstoff bestehen. Den Wasserstofflinien kommt aber die Eigenthümlichkeit zu, dass sie um so breiter und diffuser werden, je mehr sie nach dem violetten Ende des Spektrums zu liegen; während man also in der rothen, engen C-Linie sehr scharfe Bilder bekommt, sind die Bilder in der bei der Photographie nur benutzbaren $H\gamma$-Linie schon sehr unscharf und verwaschen.

Hale ist nun der erste gewesen, der von den Wasserstofflinien aus diesem Grunde absah und dafür die scharfe Calciumlinie K wählte, welche sich an der Grenze zwischen Violett und Ultraviolett befindet und ebenfalls im Spektrum der Protuberanzen auftritt.

Der Hale'sche Spektroheliograph[1]) besteht aus einem grossen Gitterspektroskope, dessen Spalt aber nicht, wie sonst, fest ist, sondern auf einem Schlitten oder Wagen montirt wird, sodass er senkrecht zu seiner Längsausdehnung bewegt werden kann. Das Instrument ist so am Fernrohr angebracht, dass das Brennpunktsbild der Sonne auf die Spaltebene fällt. Bei der Bewegung des Spaltes fällt demnach das Licht der verschiedenen Theile der Sonnenscheibe nach einander in denselben. Dicht vor der empfindlichen Platte befindet sich nun ein zweiter, ebenfalls beweglicher Spalt, und dieser ist durch ein ziemlich komplizirtes Hebelwerk so mit dem ersten verbunden, dass bei der Bewegung desselben das Bild einer bestimmten Linie stets genau im zweiten Spalte bleibt. Es entsteht somit nach und nach auf der photographischen Platte ein Sonnenbild, welches einer bestimmten Wellenlänge entspricht. Photographirt man in der hellen K-Linie, so erhält man ein Sonnenbild, auf welchem alle diejenigen Theile der Sonnenscheibe hell erscheinen, welche glühenden Calciumdampf enthalten, zunächst also ein Bild der Protuberanzen um den ganzen Sonnenrand herum. Damit ein solches Bild von gleichförmiger Helligkeit wird, ist es erforderlich, dass der Spalt mit völlig gleichförmiger Geschwindigkeit sich bewegt, und das hat Hale nach vielen Versuchen in bester Weise durch eine Wasseruhr erreicht. Zweifellos lässt sich dieses überaus einfache Instrument überall da verwenden, wo es auf eine gleichförmige langsame Bewegung ankommt, und deshalb will ich Ihnen seine Konstruktion etwas genauer angeben.

Die Wasseruhr besteht aus einem beiderseits geschlossenen Zylinder, in dem sich ein Kolben dicht bewegt. In den beiden Zylinderdeckeln befindet sich je eine Oeffnung, die durch ein kommunizirendes Rohr mit einander verbunden sind. In der Mitte dieses Rohres ist ein sehr fein justirbarer Hahn angebracht, durch den an dieser Stelle der Querschnitt des Rohres sehr fein variirt werden kann. Der ganze Zylinder, auf beiden Seiten des Kolbens, sowie das Rohr ist mit Wasser gefüllt. Wird nun z. B. durch ein Gewicht der Kolben durch den Zylinder geschoben, so presst er das

1) Vgl. auch *Zeitschr. f. Instrkde.* **14.** *S. 320. 1894.*

Wasser durch die feine Oeffnung, und zwar mit um so grösserer Geschwindigkeit, je grösser die Hahnöffnung ist. Die mittlere Geschwindigkeit lässt sich also bei gegebener Belastung durch die Stellung des Hahnes beliebig ändern. Variationen der Belastung, wie sie durch wechselnde Reibungswiderstände im Apparate erfolgen, äussern sich nun auf die Geschwindigkeit annähernd nur umgekehrt wie die Querschnitte von Kolben und Hahnöffnung, und da man es in der Hand hat, dieses Verhältniss sehr gross zu wählen, so ist es leicht ersichtlich, dass selbst grössere Schwankungen in der Reibung der beweglichen Theile ohne merklichen Einfluss auf die Gleichförmigkeit der Bewegung der Spalte bleiben.

Der Umstand, dass die vom Gitter reflektirten Strahlen nicht dem Einfallswinkel proportional austreten, bedingt es, dass das im Spektroheliographen entstehende Sonnenbild nicht kreisrund ist, sondern in ein Oval deformirt wird. Dieser Uebelstand lässt sich dadurch beseitigen, dass auch der photographischen Platte eine der des zweiten Spaltes entgegengesetzte Bewegung ertheilt wird, die darnach zu bemessen ist, dass die übrig bleibende Differenz der beiden Bewegungen genau gleich der Bewegung des ersten Spaltes ist.

Ich habe schon den Vortheil der Benutzung der K-Linie hervorgehoben. Dieselbe hat aber noch ein weiteres, sehr wesentliches Resultat zu Tage gefördert, welches vorher nicht erwartet werden konnte. Es hat sich nämlich ergeben, dass die K-Linie auch in den Sonnenfackeln hell erscheint, dass also letztere auch auf den mit dem Spektroheliographen gewonnenen Aufnahmen sichtbar werden. Nun brauche ich blos in Ihr Gedächtniss den Umstand zurückzurufen, dass bei der direkten Betrachtung oder Aufnahme der Sonnenscheibe die Fackeln nur in einem ganz eng begrenzten Bezirke in der Nähe des Randes sichtbar sind, nicht aber auf der ganzen Sonnenscheibe, und dass aus diesem Grunde das Studium der Sonnenfackeln bisher sehr erschwert und fast unmöglich gewesen ist. Das ist durch die Verwendung des eben beschriebenen Instrumentes mit einem Schlage anders geworden. Die Sonnenfackeln können jetzt genau so wie die Flecken beobachtet und untersucht werden, und es unterliegt keinem Zweifel, dass damit eine neue Aera in der Physik der Sonne begonnen hat.

(Der Vortragende führt darauf an einer Reihe von Projektionsbildern die Resultate des Hale'schen Spektroheliographen vor, von denen besonders instruktiv ein Sonnenbild ist, welches gleichzeitig die Flecken, Fackeln und Protuberanzen zeigt.)

Für die Praxis.

Ueber eine neue Wasserstrahlluftpumpe.

Von J. Wetzel in Berlin.
Ber. d. deutsch. chem. Ges. **30**. *S. 537. 1897.*

Bei der in ***Fig. 1*** dargestellten Pumpe ist unterhalb des Injektors eine kugelförmige Erweiterung angebracht, welche durch eine kapillare Oeffnung mit dem Abflussrohr in Verbindung steht. Das von oben unter Druck (Druck der Wasserleitung) eintretende Wasser wird somit zweimal saugend wirken. Bei Anwendung der Pumpe ist darauf zu achten, dass sich die Kugel *nicht* mit Wasser füllt, da sonst die Wirkung des zweiten Injektors (Einschnürung zwischen Kugel und Abflussrohr) illusorisch würde. Bei besonders starkem Wasserdruck kann durch Anbringen einer weiteren Saugvorrichtung die Wirkung noch gesteigert werden.

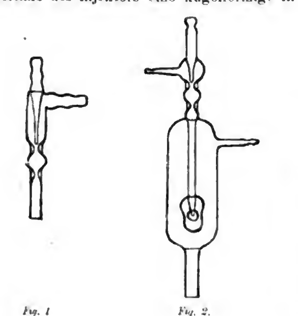


Fig. 1 *Fig. 2.*

Als Gebläse ist diese verbesserte Pumpe ebenfalls zu benutzen *(Fig. 2)*, und es soll mit ihr ein ausserordentlich stark gepresster Luftstrom erzeugt werden.

A. a. O ist angegeben, dass gegenüber einem alten, gut ausgeführten Modell mit der neuen Pumpe ein Gefäss von 3 *l* Inhalt in etwa einem Viertel der Zeit (5 Min.) bei einem Drittel des Wasserverbrauchs (27,5 *l*) evakuirt wurde.

Die Pumpe ist durch D. R. G. M. 71 339 geschützt; sie wird von Max Kaehler & Martini, Berlin W., hergestellt. *Klssm.*

Vereins- und Personen-Nachrichten.

D. G. f. M. u. O. Zweigverein Hamburg-Altona. Sitzung vom 6. April 1897. Vorsitzender: Herr Dr. Krüss.

Der Vorsitzende berichtete zunächst über den Fortgang der Vorarbeiten für die Pariser Weltausstellung 1900, sowie über ein von ihm erstattetes Gutachten über den Begriff „optisches Instrument"; letztere Mittheilung rief einen lebhaften Meinungsaustausch hervor. — Sodann erörterte Herr Jean Dennert die Benutzung des Lichtpausverfahrens zur Herstellung von Gebrauchszeichnungen für die Werkstatt und hob als dessen Vorzüge die Schnelligkeit und Billigkeit der Herstellung solcher Pausen hervor. — Es kommen hierauf Muster von Messing-, Neusilber- und Aluminiumrohren in den verschiedenartigsten Profilen zur Vorlage, für welche das Mitglied des Vereins, Herr Paul Fentzloff, die Vertretung übernommen hat. — Endlich wird in die Besprechung über einen zu veranstaltenden Sommerausflug eingetreten und eine Kommission, bestehend aus den Herren Basilius, Butenschön und Richard Dennert, mit den nöthigen Vorbereitungen betraut. *H. K.*

Dr. J. Epstein, bisher Leiter der Elektrotechnischen Lehr- und Untersuchungsanstalt in Frankfurt a. M., tritt als Oberingenieur in die Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft vorm. W. Lahmeyer & Co. ein. Die an der genannten Anstalt frei werdende Stelle soll zum 1. Juli d. J. besetzt werden. — **Dr. Anding,** Privatdozent an der Universität München, ist zum Observator der Kommission für die Internationale Erdmessung bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften ernannt worden. — **Dr. Gustav Jaeger,** bisher Privatdozent an der Universität Wien, ist zum ao. Professor der theoretischen Physik bei dieser Universität ernannt worden. — **Adolf Sengel** ist zum Lehrer für elektrotechnische Konstruktion an der Technischen Hochschule in Darmstadt ernannt worden. — **Dr. L. Claisen,** bisher o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule in Aachen, ist in gleicher Eigenschaft an die Universität Kiel berufen worden als Nachfolger von **Th. Curtius,** der den Lehrstuhl des verstorbenen Professors A. Kekulé in Bonn erhalten hat.

Kleinere Mittheilungen.

Ueber einen Apparat zum Einsammeln von Luft in grosser Höhe.

Von L. Cailletet;
mit einem Zusatze von A. Müntz.
Compt. rend. 124. S. 486 und 488. 1897.

Zur Aufnahme der Luftprobe dient ein etwa 6 *l* fassender, luftleer gepumpter Kupferzylinder mit abgerundeten Endflächen, dessen Verschlusshahn in der grössten vom Ballon erreichten Höhe durch ein Uhrwerk geöffnet und gleich darauf automatisch verschlossen wird. Um während des Auf- und Abstiegs einen luftdichten Schluss zu erhalten, ist das Hahnküken schräg zur Achse durchbohrt, man vermeidet dadurch das Eindringen von Luft längs der durch das Schleifen und durch den Gebrauch entstandenen mikroskopischen kreisförmigen Rillen. Der Hahnmantel ist fingerhutartig geformt und wird, um ein Gefrieren des Schmiermaterials bei grosser Höhe des Ballons zu verhindern, von einer Lösung essigsauren Natrons umgeben. Beim Uebergang in den krystallinischen Zustand entwickelt dieses Salz genügend Wärme, um vier Stunden lang trotz einer äusseren Kälte von —66° den Hahn auf einer Temperatur über 0° zu halten.

Die Wirkung des Uhrwerks zum Oeffnen und Schliessen des Hahnes kann auf Zeit eingestellt werden; dabei hat die Erfahrung gelehrt, dass der Ballon seine grösste Höhe nach 1¼ Stunde erreicht. In einem besonderen Falle erhielt man mit dieser Einstellung eine Luftprobe aus einer Höhe von 15 500 *m* mit einem Luftdrucke von 140 *mm*.

Die Analyse dieser Probe ergab auf 100 Volumtheile Luft 0,033 Theile Kohlensäure. In 100 Theilen der von der Kohlensäure befreiten Luft fanden sich alsdann noch

Sauerstoff . .	20,79	Volumtheile,
Stickstoff . .	78,27	„
Argon	0,94	„

Der Verfasser des Zusatzes führt aus, dass die geringe über Normal gefundene Kohlensäuremenge (0,033 statt 0,029) sehr wohl von einer Oxydation des Schmiermittels herrühren kann. Eben hierdurch, sowie durch die Absorption der Gefässwandung lässt sich der geringe Betrag des Sauerstoffs (20,79 statt 20,96; im Ganzen 3 *mg* unter Normal) erklären. Die möglichste Vermeidung dieser beiden Fehlerquellen bei Wiederholung des Versuches dürfte also sichere Auskunft geben, ob die hier beobachtete geringe Abweichung der Luft von ihrer normalen Zusammensetzung Realität hat.

Schl.

69. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte.

Braunschweig, 20. bis 25. September 1897.

Im Anschlus an die Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte wird in Braunschweig eine *Ausstellung von wissenschaftlichen Objekten und Apparaten* stattfinden. Von derselben sollen grundsätzlich schon bekannte und zur Zeit nicht besonders wichtige Dinge ausgeschlossen sein, sodass neue und bedeutsame Erscheinungen überall zur Geltung kommen werden. Es wird davon abgesehen werden, allgemeine Einladungen zur Ausstellung ergehen zu lassen. Nur die neu begründete Abtheilung für wissenschaftliche Photographie macht hiervon eine Ausnahme und wird versuchen, ein möglichst vollständiges Bild der Anwendung der Photographie in allen Zweigen der Naturwissenschaft und der Medizin zur Darstellung zu bringen. Aus den anderen Gruppen, für chirurgische Instrumente, Gegenstände für Bakteriologie, Demonstrationsapparate, physikalische und chemische Instrumente u. s. w., nimmt die Geschäftsführung Anmeldung neuer Objekte und Apparate bis zum 1. August d. J. entgegen. Da geeignete Räumlichkeiten frei zur Verfügung stehen, so würden den Ausstellern ausser den Kosten für Hin- und Rücktransport keine Ausgaben erwachsen. Die zur Ausstellung kommenden Gegenstände werden auf Kosten der Geschäftsführung gegen Feuersgefahr versichert werden.

Die zahlreichen Arbeits-Ausschüsse für die Versammlung sind bereits in voller Thätigkeit. Durch das Entgegenkommen der staatlichen und städtischen Behörden wird es der Geschäftsführung ermöglicht, den Theilnehmern der Versammlung gediegene *Festschriften* in Aussicht zu stellen. — Mittwoch, der 22. September, soll, wie schon in voriger Nummer mitgetheilt, ausschliesslich der *wissenschaftlichen Photographie* gewidmet sein und sämmtliche Abtheilungen zu einer grossen allgemeinen Sitzung vereinigen. — An abendlichen *Vergnügungen* sind eine Festvorstellung im Hoftheater, Ball, Kommers und Festessen in Aussicht genommen. Ausflüge sind bis jetzt nach Wolfenbüttel, Königslutter und Bad Harzburg geplant.

Gh. Sächsische Fachschule und Lehrwerkstatt für Glasinstrumentenmacher und Mechaniker in Ilmenau.

3. Jahresbericht.

Die Zahl der Zöglinge belief sich im abgelaufenen Schuljahre auf 20 und wird im nächsten 24 betragen. Es sollen in Zukunft, wie auch bereits im letzten Jahre, nur solche Anmeldungen berücksichtigt werden, welche auf 3 Jahre lauten; dabei wird erstrebt werden, dass das Verhältniss von Glasinstrumentenmachern zu Feinmechanikern etwa 2 : 1 sei. Die Werkstatt verfertigt die verschiedensten Instrumente, sowohl für den eigenen Gebrauch der Schule als auch auf Bestellung; der Umsatz betrug im verflossenen Jahre immerhin rund 12 000 *M.*

Internationale Ausstellung neuer Erfindungen in Wien 1897. Das im *Vereinsblatt 1897. S. 46* angekündigte Preisausschreiben ist nunmehr erlassen worden; aus demselben ist hervorzuheben: je 300 *Kronen* (240 *M.*) für einen transportablen Gaserzeuger, für einen Ventilator; je 100 *Kronen* (80 *M.*) für einen Verbandkasten, für ein Verfahren, schwarze Lichtpausen herzustellen, für eine Aufziehvorrichtung an Uhren, für eine Touristen-Kamera. Die ausführlichen Bedingungen werden von der Direktion auf Verlangen kostenlos zugesandt.

Eine **Ausstellung für die Pflege des Kindes in Haus und Schule** findet in Breslau vom 26. Mai bis zum 20. Juni d. J. statt; das Bureau befindet sich im dortigen Konzerthause.

H. Wilde, Vorsitzender der Literarischen und Philosophischen Gesellschaft in Manchester, hat der Akademie der Wissenschaften in Paris den Betrag von 110 000 *M.* überwiesen, dessen Zinsen zur Stiftung eines jährlich zu ertheilenden Preises von 4000 *fr.* dienen sollen für eine besonders verdienstliche Entdeckung oder ein hervorragendes Buch aus den Gebieten der Astronomie, Physik, Chemie, Mineralogie, Geologie und Mechanik. Der Preis kann Gelehrten aller Länder zuerkannt werden.

Eine **Zentralstelle zur Handhabung des Gesetzes über den unlauteren Wettbewerb** hat der Bund der Industriellen geschaffen zu dem Zwecke, diejenigen Beschwerden weiter zu verfolgen, die sich als gerechtfertigt erweisen, diejenigen Beschwerden aber zurückzuweisen, die sich als ungerechtfertigt darstellen, oder deren gesetzliche Verfolgung aussichtslos erscheint. Anlass zu der Einrichtung gab die Erfahrung, dass die Gerichte und Polizeibehörden seit dem Inkrafttreten des Gesetzes mit Anträgen und Anzeigen überhäuft wurden, die von vornherein oder nach näherer Prüfung zurückgewiesen werden mussten. Harmlose Ankündigungen sind zum Gegenstande von Denunziationen gemacht, alle möglichen Maassnahmen einer Konkurrenz als unredlich hingestellt worden. Andererseits sind wirklich schreiende Fälle des unlauteren Wettbewerbes nicht zur Verfolgung

gebracht worden, weil dem einzelnen Gewerbetreibenden oft die Gelegenheit oder Fähigkeit fehlt, zu erkennen, ob die betreffende Handlung unter einen Thatbestand des neuen Gesetzes fällt, und weil es ihm oft peinlich ist, sich durch eine Anzeige allein blosszustellen. Für den Bund der Industriellen ist eine solche Zentralstelle besonders wichtig, weil gerade in der Industrie der unlautere Wettbewerb ein weites Feld hat. Die Zusammensetzung der Zentralstelle ist in der Weise erfolgt, dass ihr zwölf ordentliche Mitglieder und ein juristischer Beirath angehören. Ausserdem werden zu jeder Sitzung ausserordentliche Mitglieder des Geschäftszweiges, welchem der in Frage stehende Fall angehört, zur Mitwirkung herangezogen. *Ordentliche Mitglieder* sind: Kommerzienrath Wirth (Poppe & Wirth), Berlin; W. Rusch, Ziegeleibesitzer, Berlin; W. Schultze (A.-G. Schäffer & Walcker), Berlin; August F. W. Krause (Malzfabrik), Wittenberge; Hauptmann Max Jasper (Chemische Fabrik), Bernau; Gottfr. Hornig (Francke & Co., Leinweberei), Gnadenfrei in Schlesien; Dr. Kunath (Kunath & Klotzsch, Parfümerie), Leipzig; Karl Breuer (Lippert & Sohn, Glasfabrik Karlsburg), Bunzlau in Schlesien; Fritz Keller (Töpffer & Schädel), Berlin; O. Weigert, Berlin; Richard Holm (Kathreiner's Malzkaffee), Berlin; *juristischer Beirath* ist Rechtsanwalt Dr. Jul. Lubszinski, Berlin. Der Ort der Zentralstelle ist Berlin. Die Sitzungen finden nach Bedürfniss statt, die Zentralstelle prüft die eingegangene Anzeige nach der thatsächlichen und rechtlichen Seite und zieht, falls der Bund an dem betreffenden Orte einen Bezirksverein oder einen Vertrauensmann besitzt, soweit nöthig, noch weitere Erkundigungen ein. Sieht sie hiernach, dass die Beschwerde unbegründet ist, so benachrichtigt sie den Antragsteller hiervon. Erscheint sie dagegen begründet, so fordert sie den Beschuldigten unter Verwarnung vor gerichtlichen Maassnahmen auf, die unrichtigen Angaben u. s. w. zu unterlassen. *Voss. Ztg.*

Bücherschau.

Bernoulli's Vademecum des Mechanikers od. prakt. Handbuch für Mechaniker, Techniker, Gewerbsleute u. techn. Lehranstalten. 21. Aufl. Bearb. v. H. Berg. 8⁰. XII, 528 S. m. Fig. Stuttgart, C. G. Cotta Nachf. Geb. in Leinw. 6,00 *M.*

Lassar-Cohn, Die Chemie im täglichen Leben. Gemeinverständliche Vorträge. 2. Aufl. 8⁰. VII, 303 S. m. 21 Abbildgn. Hamburg, L. Voss. Geb. in Leinw. 4,00 *M.*

A. Vogler, Jedermann Elektrotechniker. Anleitung zur Herstellung der hauptsächlichsten elektr. Apparate u. elektr. Leitgn. 2 Bändchen. 8⁰. Leipzig, M. Schäfer. 2,70 *M.* 1. Der Gleichstrom. 4. Aufl. VI, 89 S. m. 66 Holzschn. 1,50 *M.* 2. Die Wechselströme. 2. Aufl. III, 73 S. m. 47 Holzschn. 1,20 *M.*

F. Körner, Lehrbuch d. Physik. gr. 8⁰. V, 432 S. m. 2 Farbendrucktafeln u. 642 Holzschnitten. Leipzig, 1896. 6,60 *M.*

J. Wollheim, Taschenbuch d. Chemie. Ein Vademekum u. Repetitionsbuch der anorgan. Chemie f. Studirende u. Schüler höherer Lehranstalten. 12⁰. VIII, 128 S. Berlin, Friedberg & Mode. Kart. 1,00 *M.*

R. Grimshaw, Praktische Erfahrungen im Maschinenbau, in Werkstatt und Betrieb. Autorisirte deutsche Uebersetzung von A. Elfes, Ingenieur. 8⁰. XII, 285 S. mit 220 Textfiguren. Berlin, Julius Springer 1897. Geb. in Leinw. 7,00 *M.*

Der Uebersetzer des vorliegenden Buches ist den Lesern des Vereinsblattes bereits bekannt. Wir verdanken ihm die Uebersetzung eines Werkes von T. Usher, „Moderne Arbeitsmethoden im Maschinenbau", welches im *Vbl. 1896. S. 215* bestens empfohlen werden konnte. Das jetzt erschienene Buch giebt in zwangloser Folge eine grosse Anzahl speziell amerikanischer Werkstatterfahrungen, welche gewissermaassen die Details zu den „Arbeitsmethoden" bilden. Der Stoff des Buches ist übersichtlich in zehn Gruppen getheilt, von denen die acht ersten sich ausschliesslich mit rein technischen Fragen beschäftigen, während der Rest allgemeinen Betriebseinrichtungen und Fingerzeigen für die Bureauarbeiten gewidmet ist. Das Buch hinterlässt beim Lesen den Eindruck eines Werkstattnotizbuches, welches sich etwa ein junger Maschinenbauer angelegt hat, um seine Erfahrungen in den einzelnen Werkstätten aufzubewahren. Die enge Verbindung, in welcher in Amerika Feinmechanik und Maschinenbau stehen, hat in noch höherem Maasse als bei dem früheren Buche zur Folge, dass eine grosse Zahl der mitgetheilten Erfahrungen in unseren feinmechanischen Betrieben bereits bekannt ist. Sehr viel Neues und Originelles bringt deshalb das Buch für *unseren* Leserkreis nicht, wohl aber vielleicht für die Maschinenbauer, für welche es ja in erster Linie bestimmt ist. Das Buch könnte aber unseren jungen Mechanikern eine gute Lehre dafür sein, wie man die praktischen Erfahrungen in Wort und Zeichnung festzulegen hat, und in diesem Sinne ist es auch für unseren Leserkreis empfehlenswerth. Die Klarheit der Abbildungen sei noch besonders hervorgehoben. *G.*

Patentschau.

Verfahren und Fräsmaschine zur Herstellung von Kegelrädern. H. C. Warren in Hartford, V. St. A. 8. 10. 1895. Nr. 89644. Kl. 49.

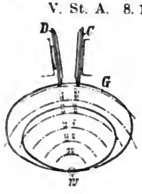
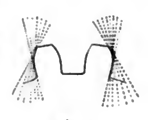
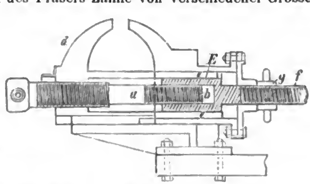


Fig. 1.


Fig. 2.

Die Fräser *CD* (Fig. 1), welche die entgegengesetzt liegenden Flanken (Fig. 2) zweier benachbarter Zähne bearbeiten, führen Schwingungen aus, deren Ausschlag entsprechend dem Vorschub des Werkzeuges nach der Schwingungsmitte zu abnimmt, während das Werkstück *G* eine gleiche Anzahl Schwingungen um seine Achse *w* macht. Aus der Verbindung dieser beiden Bewegungen ergiebt sich die Entstehung der Zahnform nach den Linien der Fig. 2, sodass durch entsprechende Regelung der Geschwindigkeit und des Ausschlages des Werkstückes und des Fräsers Zähne von verschiedener Grösse mit denselben Fräsern hergestellt werden können.

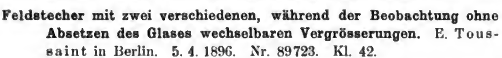
Parallelschraubstock. G. Deutgen in Düren, Rheinland. 7. 2. 1896. Nr. 89845. Kl. 49.



Die bewegliche Backe *d* wird durch eine Differentialschraube *a* festgespannt. Der Theil *b* der Schraube dreht sich in der im Führungsstück *e* angeordneten Mutte *E*, welche in einem Schraubenbolzen *f* ausläuft und zwecks vorheriger Grobeinstellung der Spannweite mit einer Flügelmutter *g* versehen ist.

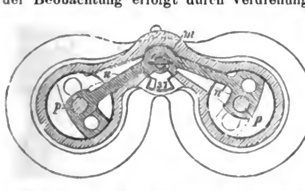
Vorrichtung zur Summirung der Ausschläge frei schwingender Zeiger von Messgeräthen. Siemens & Halske in Berlin. 27. 6. 1896. Nr. 90228. Kl. 21. (III. Zus. z. Pat. 75502; II. Zus. z. Pat. Nr. 88180.)

Unter Benutzung der im Hauptpatente und im ersten Zusatzpatent enthaltenen Einrichtung ist hier die Anordnung so getroffen, dass eine Feder *F* durch Anschlagen an einen Anschlag *a* durchgebogen und dadurch in Eingriff mit dem Zählwerksrad *E* gebracht wird.



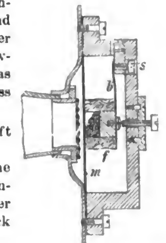
Feldstecher mit zwei verschiedenen, während der Beobachtung ohne Absetzen des Glases wechselbaren Vergrösserungen. E. Toussaint in Berlin. 5. 4. 1896. Nr. 89723. Kl. 42.

Die Veränderung in der Vergrösserung ohne Unterbrechung der Beobachtung erfolgt durch Verdrehung eines Rohres, welches derart mit der Welle eines zwei Hülfslinsen *p* tragenden Doppelhebels *mn* gekuppelt ist, dass es diese Linsen bei jeder Stellung der Okulare ein- und auszuschalten vermag, und welches bei seiner der stärkeren Vergrösserung dienenden Verdrehung gleichzeitig die verschiebbare und unter der Wirkung einer Feder stehende Objektivfassung auslöst, sodass das Objektiv um ein der veränderten Linsenanordnung entsprechendes Maass vorgeschnellt wird.



Mikrophon mit pendelnder Kohlenkörnerkapsel. Aktiengesellschaft Mix & Genest in Berlin. 12. 5. 1896. Nr. 90166. Kl. 21.

Bei Kohlenkörner-Mikrophonen mit Filzhohlzylinder zur Aufnahme der Kohlenkörner ist die Anordnung getroffen, dass die Körnerkapsel *f* pendelnd an einer Feder *b* aufgehängt ist und sich mit dem Filzrand und der Oeffnung des Filzzylinders mit durch Schraube *s* regulirbarem Druck gegen die Membran *m* legt.



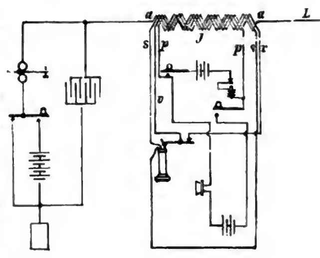
Aluminium-Legirung. C. Berg in Eveking, Westfalen. 28. 2. 1894. Nr. 90 723. Kl. 40.

Die Legirung, welche grosse Härte, Festigkeit und Schmiedbarkeit besitzt, besteht aus Aluminium-Kupfer und Ferro-Chrom oder Chrom.

Schaltungsanordnung für hinter einander in eine Telegraphenleitung eingeschaltete Telephonstationen. G. Zwilling in Berlin. 26. 9. 1895. Nr. 89676. Kl. 21.

Die Induktionsspule *J* der Fernsprechstation ist mit einer besonderen Wickelung *v* versehen, welche, wie die beistehende Abbildung zeigt, während des Ruhestandes über den Telephonumschalterhaken kurz geschlossen ist.

In der Abbildung bezeichnet *p* die primäre und *s* die sekundäre Wickelung der Spule. Eine besondere Wickelung *a* ist in die Linie *L* eingeschaltet, welche zur nächsten Fernsprechstation führt.



Patentliste.

Bis zum 12. April 1897.

Anmeldungen.

Klasse:

21. B. 17 634. Elektrische Vorrichtung zur Erzeugung einer dauernden Bewegung durch die Widerstandsänderung, welche Wismuth durch Einbringen in ein magnetisches Feld erleidet. Th. Bruger, Bockenheim-Frankfurt a. M. 13. 5. 95.

Sch. 11900. Bogenlampe. M. Schmitt, Lemberg. 12. 9. 96.

42. A. 5006. Parallelführung der Linsenfassungen zusammenlegbarer Ferngläser. J. Aitchison, London. 30. 11. 96.

Sch. 12 185. Einsatzbefestigung bei Zirkeln; Zus. z. P. 89 084. G. Schoenner, Nürnberg. 23. 12. 96.

E. 5083. Phonograph. E. Eisenmann, Stuttgart. 31. 8. 96.

W. 12 618. Schraublehre mit Angabe des Flächeninhalts der Querschnitte gemessener Rundstäbe. K. Wartmann, Dortmund. 19. 2. 97.

S. 1912. Einrichtung an Kompassen zur Vergleichung semizirkularer Deviation. Sirieix Mariner's Compass Company, San Francisco. 9. 12. 95.

48. J. 3836. Verfahren zur Herstellung von Zeichnungen in Metall. M. Magnus, Charlottenburg. 24. 12. 95.

49. H. 18 146. Kaltsäge mit gleichmässigem Sägendruck. W. Heidelmann, Stuttgart. 28. 12. 96.

S. 9756. Reibahle mit unterbrochenen Schneidkanten. Gebr. Saake, Pforzheim. 15. 9. 96.

K. 13 910. Vorrichtung zum Fräsen von unrunden Gegenständen. F. v. Krempelhuber, Nürnberg. 20. 4. 96.

57. P. 8489. Schlitzverschluss mit schwingendem Verschlussgehäuse. H. Plump, Berlin. 2. 11. 96.

67. D. 8022. Kugelschleifmaschine. A. B. Drautz, Stuttgart. 8. 2. 97.

70. Z. 2311. Zeichendreieck. P. Zipperling, Stettin. 26. 2. 97.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 92 327. Verfahren, um Elektrizität unmittelbar aus Kohle oder kohlenhaltigen Stoffen zu erzeugen. W. W. Jacques, Newton, Mass., V. St. A. 4. 3. 96.

Nr. 92 396. Nach Art einer Sanduhr wirkender elektrischer Stromunterbrecher. A. Hainlen, Geislingen a. Stg., Württ. 4. 10. 96.

Nr. 92 445. Wattmeter oder Elektrodynamometer für Gleich- und Wechselstrom. Hartmann & Braun, Bockenheim-Frankfurt a. M. 6. 12. 96.

42. Nr. 92 292. Opernglashalter in Form eines Brillengestelles. R. Wittmann, Brooklyn-New-York, V. St. A. 23. 4. 96.

49. Nr. 92 326. Verfahren und Maschine zur Prüfung von Kugeln auf ihre genaue Kugelform. H. Meltzer, Ratibor, O.-S. 14. 11. 96.

57. Nr. 92 313. Astigmatisch, sphärisch und chromatisch korrigirtes Objektiv. Carl Zeiss, Jena. 14. 11. 96.

74. 92 401. Langsam schlagendes elektrisches Läutewerk. A. Gröper, Düsseldorf. 28. 3. 96.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 10. **15. Mai.** **1897.**

Nachdruck nur mit Genehmigung der Redaktion gestattet.

Ueber die Verwendung von Karborundum-Krystallen zur Herstellung feiner Theilstriche.

Von Dr. **F. Göpel.**

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Abth. II.)

Bei der Herstellung von Theilungen auf Messing, Bronze, Argentan oder Silber lässt sich auch für länger andauernde Theilungsarbeiten ein sorgfältig gehärteter Stahlstichel mit Vortheil verwenden, vorausgesetzt, dass das Zurichten der Theilfläche, was ja bei den oben genannten Materialien immer möglich ist, unter Ausschluss von Schmirgel erfolgt. Dagegen wird die Verwendung des Stahlstichels bedenklich, wenn eine vielstrichige Theilung auf Stahl aufgetragen werden soll und an die Präzision und gleichmässige Dicke der Striche hohe Anforderungen gestellt werden. In diesem Falle zeigt der Stichel, auch wenn die stählerne Theilfläche ohne Verwendung von Schmirgel fertiggeschliffen worden ist, eine mit dem Fortschreiten der Arbeit zunehmende Abnutzung, welche ein allmähliches Dicker- und Seichterwerden und damit Hand in Hand gehende Unbrauchbarkeit der Striche nothwendig zur Folge hat. In solchen Fällen bedient sich der Mechaniker zum Theilen eines sorgfältig ausgewählten Diamantsplitters, der auch auf geschmirgelten Flächen gleichmässige Arbeit leistet. Aber die Auswahl eines passenden Splitters ist oft recht zeitraubend, und ebenso umständlich ist das Auffinden derjenigen Stellung des Diamanten, in welcher sich hinreichend tiefe und an ihren Enden wie im Grunde symmetrisch verlaufende Striche ziehen lassen. Sehr häufig pflegt man in allen Stellungen eines solchen Reissers doppelte, ja dreifache Linien zu erhalten, weil die Bruchsplitter fast ausnahmslos zackig sind. Deshalb muss es von vornherein aussichtsvoll erscheinen, wenn man statt der unregelmässigen Bruchstücke die natürlichen, gewachsenen Kanten eines hinreichend harten Krystalles benutzen kann. In der Reichsanstalt sind zum Theilen mit sehr gutem Erfolg neuerdings Karborundumkrystalle verwendet worden, welche mehrfache Vortheile gegenüber Diamantsplittern zeigen.





Bei der Erzeugung des Karborundums im elektrischen Lichtbogen[1]) bilden sich kleine hexagonale Blättchen von verschiedener Grösse und Dicke, welche sich in ihrer natürlichen Gestalt vorzüglich zum Reissen feinster Striche eignen. Am besten wählt man die kleinsten Blättchen von etwa 0,5 bis 1,0 *mm* Seite aus, welche sich ohne Gefahr des Zerbrechens mit der Pinzette fassen lassen. Als Stichelkörper wurde in der Reichsanstalt mit Vortheil ein zylindrisches Stück Stahl von etwa 5 *mm* Durchmesser und 40 *mm* Länge verwendet, an dessen einer Stirnseite in einer Ansenkung ein Tropfen Schellack eingeschmolzen wurde. In diesen Schellacktropfen wird das in der Pinzette erhitzte Krystallblättchen eingesenkt, so weit, dass eben nur eine Ecke des Blättchens schneidenförmig hervorragt. Diese einfache Fassung hat sich vorzüglich bewährt. Um dem Krystallstichel nach dem Einsetzen in das Reisserwerk durch einige Drehungen sicher und schnell die für die Form und das Aussehen der Striche günstigste Stellung geben zu können, trug das andere (obere) Ende des Stahlkörpers *(s. Fig.)*

[1]) Vgl. H. Schröder, Das Karborundum, seine Herstellung und Anwendung. *Vereinsblatt. 1897. S. 1.*

ein kleines kreisrundes Messingscheibchen mit einem Indexstrich, dessen relative Lage zu einem festen Punkt auf dem Reisserwerkkopf ein hinreichend genaues Maass für die beim Ausprobiren des Stichels nöthigen Drehungen gab.

Von den zahlreichen Krystallen, welche versuchsweise nach und nach in den Stichelkörper eingesetzt wurden, brauchte keines als ungeeignet für die Herstellung feinster Theilstriche verworfen zu werden. Nach wenigen Drehungen des Krystalles erhielt man bei allen untersuchten Blättchen gleichmässige und nach dem Abschleifen mit feinstem Schmirgelpapier tiefschwarze Striche mit gut symmetrisch verlaufendem Kopf und Fuss. Dabei wurden die Striche insgesammt unter ungefähr 50-facher Vergrösserung untersucht.

Die Haltbarkeit der Theilkanten erwies sich gleichfalls als sehr gut. Mit einem der Reisser wurden nahezu 300 Probestriche von vollkommen gleichem Aussehen und gleicher Dicke auf einer durch Schmirgel plan geschliffenen Stahlfläche hergestellt. Bei der bedeutenden Härte des Karborundums ist anzunehmen, dass seine Krystalle noch weit mehr Striche ohne merkliche Abnutzung aushalten.

Einer der Karborundumstichel wurde in der Reichsanstalt zur Herstellung eines 30 *cm* langen Stahlmaassstabes verwendet, welcher ebenfalls mit Schmirgel vorgeschliffen war. Die ungefähr 0,01 *mm* starken Striche sind sehr gut begrenzt und lassen bei 50-facher Vergrösserung eine exakte Einstellung zu. Es ist nach den bisher gemachten Erfahrungen jedenfalls auch möglich, stärkere Striche zu ziehen, nur müssen hierfür etwas grössere und demgemäss dickere Krystalle ausgewählt werden, da bei der blattförmigen Gestalt der Schneide durch eine Vergrösserung der Reisserwerkbelastung, wie sie bei der stets konischen Schneide des Stahlstichels zur Verstärkung der Striche üblich ist, nur eine *Vertiefung* der Striche und kaum eine *Verbreiterung* eintritt. Auch die ziemlich grosse Sprödigkeit des Karborundums bildet jedenfalls nach den bisherigen nur günstigen Erfahrungen kein Hinderniss für die Herstellung stärkerer Striche, da ja beim Reissen nur geringe Kräfte im Spiel sind.

Die oben erwähnte drehbare Anordnung des Stichels dürfte auch bei Stahlmessern recht vortheilhaft sein. Bei den in der Reichsanstalt befindlichen Reisserwerken ist, wie üblich, die Stichelbefestigung nur in *einer* bestimmten Lage möglich. Diese Anordnung setzt aber ein vollkommen symmetrisches Anschleifen der Schneide voraus, wenn Kopf und Fuss des Striches nicht einseitig verlaufen sollen. Durch ein — natürlich nur geringes — Drehen des Stahles lassen sich solche Fehler, welche nicht nur die Schönheit der Striche beeinträchtigen, sondern auch für die Schärfe ihrer Kanten von Bedeutung sind, schnell beseitigen.

Die Fachschule für Mechaniker und die Tagesklasse für Elektrotechnik an der I. Handwerkerschule zu Berlin.

Vortrag,

gehalten auf dem VII. Mechanikertage am 14. August 1896

von

Prof. Dr. **P. Szymański** in Berlin.

(Fortsetzung.)

Nach zwei Jahren des Bestehens der Fachschule wurde der ursprüngliche Plan dem Bedürfniss entsprechend dadurch erweitert, dass zu den 36 wöchentlichen Stunden noch 4 Stunden für den Unterricht in der Elektrotechnik hinzugetreten sind. Unter Zugrundelegung dieses Planes wurde der Unterricht 7 Jahre lang in halbjährigen Kursen ertheilt. Die während dieses Zeitraumes gesammelten Erfahrungen sowohl pädagogischer als auch praktischer Natur haben die Nothwendigkeit einer wesentlichen Aenderung des Planes gezeigt, die sich hauptsächlich auf die Dauer des Kursus und eine Erweiterung des Umfanges der Unterrichtsgegenstände bezog. Dies hat eine Erweiterung des halbjährigen Kursus zu einem einjährigen mit einem neuen Plane herbeigeführt. Gestatten Sie, dass ich Ihnen die wichtigsten Momente des Berichtes über die hierauf bezüglichen Erfahrungen und die leitenden Gesichtspunkte vorlese, wie dieselben damals zur Begründung der Nothwendigkeit der Aenderung des Planes der Fachschule zusammengestellt wurden.

„Die seit dem Jahre 1885 an der Handwerkerschule bestehende Fachschule für Mechaniker war zunächst dazu bestimmt, den Präzisionsmechanikern Gelegenheit darzu-

bieten, sich die nöthigen theoretischen Kenntnisse anzueignen, die jeder weiter strebende Mechaniker in der Ausübung seines Berufs nöthig hat, wenn er nicht auf dem Niveau eines maschinenmässigen Arbeiters bleiben will, der nur immer ein und dasselbe von Tag zu Tag, von Jahr zu Jahr auszuführen hat. Sie ist auf Anregung der Berliner Mechaniker zunächst zu dem Zweck eingerichtet worden, Berliner Mechanikergehülfen, die schon auf der Handwerkerschule eine Vorbildung genossen, weiter auszubilden. Dementsprechend wurde das Programm derselben unter Zugrundelegung der genannten Vorbildung festgestellt, und dasselbe bezweckte nur eine Ausbildung von Präzisionsmechanikern. Als aber die Zahl der Schüler, die sich der Elektrotechnik widmen wollten, immer grösser wurde, wurde in das Programm der Schule auch die Elektrotechnik als neuer Unterrichtsgegenstand aufgenommen und die Schule dahin erweitert, dass sie sowohl Präzisions- als auch Elektromechanikern Gelegenheit darbieten sollte, sich in ihrem Fache weiter auszubilden. Nun hat aber die Erfahrung gelehrt, dass nur ein geringer Prozentsatz der die Fachschule besuchenden Mechaniker von Berlin herstammte und die vorausgesetzte Vorbildung besass; die meisten Schüler kommen von ausserhalb und bringen eine sehr geringe Vorbildung in der Mathematik und im Zeichnen mit sich. Dies gilt besonders von den Elektrotechnikern, die mit wenigen Ausnahmen, ausser der Kenntniss einiger in der Werkstatt ausgeführter Apparate beinahe gar keine für dieses spezielle Fach nöthige theoretische Vorbildung besitzen. Dies hatte zu Folge, dass in einem halbjährigen Kursus beinahe die Hälfte der Schüler mit einer gewissen Halbbildung die Anstalt verliess. Dieser Umstand und noch andere weiter unten angegebene Gesichtspunkte haben die Schule veranlasst, den halbjährigen Kursus in einen einjährigen umzuwandeln.

Während im halbjährigen Kursus zur Repetition des Durchgenommenen fast keine Zeit übrig blieb, wird dieselbe im Jahreskursus so viel als nöthig möglich sein. Im halbjährigen Kursus hat der Lehrstoff mehr beschränkt werden müssen, als gut ist; bei der beständigen Läuterung des Unterrichtsmaterials haben oft für praktische Mechaniker sehr wichtige Kapitel noch wichtigeren weichen müssen. Durch eine Erweiterung des Kursus zu einem einjährigen soll nicht nur das Gebiet erweitert und abgeschlossener gestaltet werden, sondern es sollen durch eingehendere Behandlung und allseitige Repetitionen die erworbenen Kenntnisse zu einem sicheren Besitz der Schüler gemacht werden. Während bis jetzt wegen der Kürze der Zeit mehr ein orientirendes Wissen in den wichtigsten Fächern des Mechanikers erzielt wurde, kann in einem Jahre das spezielle Wissen erweitert und mehr begründet werden. Ein grosser Prozentsatz der Schüler, man kann sagen alle tüchtigen haben am Ende des halbjährigen Kursus immer den Wunsch ausgesprochen, dass sie gern die doppelte Zeit die Schule besucht hätten. Viele haben auch in der That den Unterricht im zweiten Semester in einzelnen Fächern weiter genossen, einige besuchten noch weiter andere Lehranstalten, z. B. die Frankfurter Schule, die Technische Hochschule u. dgl. In vielen Fällen haben Mechaniker lediglich aus dem Grunde, weil die Berliner Fachschule nur einen halbjährigen Kursus besass, es vorgezogen, andere technische Anstalten, in denen sie sich mehrere Semester ausbilden konnten, z. B. Mittweida, Chemnitz, München u. s. w. zu besuchen.

Noch ein anderer Umstand war für die Erweiterung des Kursus maassgebend. Die Unterrichtszeit im Winter ist länger und günstiger als im Sommer. Abgesehen davon, dass das Sommersemester gegen 2 Wochen kürzer ist als das Wintersemester, ist das erstere durch Ferien sehr zerstückelt, was dem Zusammenhange des Unterrichts nachtheilig ist. Dies ist wohl auch der Grund gewesen, dass für den Sommer immer weniger Anmeldungen stattgefunden haben als für den Winter. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, soll der einjährige Kursus im Oktober anfangen und die Aufnahme nur für diese Zeit stattfinden. Es wird dann in dem ersten Kursus ziemlich dasselbe bewältigt werden können, was bis jetzt im Durchschnitt in einem halbjährigen Kursus durchgenommen worden ist und die Fortsetzung im Sommer soll zur Erweiterung und Einprägung des Durchgenommenen verwandt werden.

Den oben genannten Vortheilen, welche die Hinzufügung eines zweiten Semesters zum halbjährigen Kursus für viele Schüler und die Schule hat, stehen keine Nachtheile gegenüber; denn die Schüler, welche die Fachschule nur ein halbes Jahr besuchen können, werden nach wie vor die Gelegenheit haben, sich in derselben so viel fachgemässe theoretische Kenntnisse anzueignen, als es früher in einem halben Jahre überhaupt nur möglich war."

Gegen die Erweiterung des halbjährigen Kursus zu einem einjährigen wurden in maassgebenden Kreisen zweierlei Bedenken erhoben. Die Zahl der Theilnehmer würde in Folge der grösseren Ausgabe der Unterhaltungskosten eines Jahres abnehmen. Abgesehen davon, dass dies für die Schule kein allzu wichtiger Grund war, da dieselbe an dem Grundsatz festhielt, dass eine gründliche Ausbildung einer etwas geringeren Zahl von Gehülfen richtiger wäre, als eine halb so vollständige Ausbildung einer grösseren Menge, hat die Erweiterung des Kursus der Schule eine grössere Zahl von Schülern zugeführt. Während nämlich die Durchschnittszahl der Theilnehmer an dem halbjährigen Kursus pro Semester 14 Schüler betrug, ist dieselbe nach Einführung des einjährigen Kursus auf 20 gestiegen. Die andere Befürchtung, die Gehülfen würden durch die Länge der theoretischen Ausbildung der Praxis entzogen, war ebenfalls unbegründet, denn die Erfahrung hat gezeigt, dass die Meisten nach Absolvirung des Kursus der Praxis treu geblieben sind; verschiedene haben sogar, nachdem sie in dem Jahre ihrer theoretischen Bildung, die immer die Berührungspunkte mit der Praxis berücksichtigt und mit derselben unzertrennlich verkettet ist, das weite Gebiet der Praxis kennen gelernt und sich das Sokratische „ich weiss viel, weil ich weiss, dass ich nichts weiss“ angeeignet hatten, zur Ergänzung ihrer praktischen Ausbildung Werkstätten aufgesucht, in denen sie die Mängel der bisherigen Praxis beseitigen, die Lücken derselben ausfüllen konnten.

Nunmehr komme ich zur Besprechung des Programms, wie dasselbe für den einjährigen Kursus aufgestellt worden, und zur Darstellung des Umfanges und der Methodik der einzelnen Unterrichtsgegenstände. Ueber den Zweck der Schule, die theoretische Ausbildung der Präzisions- und Elektro-Mechaniker zu fördern, habe ich bereits gesprochen; zur Erreichung desselben wurden die Lehrgegenstände und die auf jeden derselben zu verwendende Zeit wie folgt festgesetzt:

1. Halbjahr (Oktober bis März).

1.	Mathematik	5	Stunden wöchentlich
2.	Physik	5	- -
3.	Mathematisch-physikalische Uebungen	3	- -
4.	Technische Mechanik	3	- -
5.	Instrumentenkunde	4	- -
6.	Elektrotechnik	4	- -
7.	Technologie	2	- -
8.	Zeichnen	14	- -
	Zusammen	40	Stunden wöchentlich.

2. Halbjahr (April bis September).

1.	Mathematik	2	Stunden wöchentlich
2.	Physik	3	- -
3.	Mathematisch-physikalische Uebungen	2	- -
4.	Chemie	2	- -
5.	Technische Mechanik	2	- -
6.	Instrumentenkunde	4	- -
7.	Elektrotechnik	4	- -
8.	Technologie	2	- -
9.	Zeichnen und Entwerfen	14	- -
10.	Praktische Uebungen im physikalischen Laboratorium	5	- -
	Zusammen	40	Stunden wöchentlich.

Der Umfang und die Eintheilung des Lehrstoffes des 1. Halbjahres sind ziemlich dieselben geblieben, wie bei dem halbjährigen Kursus; eine wesentliche Aenderung hat der Plan des 2. Halbjahres erfahren durch die Aufnahme der Chemie und der praktischen Uebungen im physikalischen Laboratorium.

Zur Charakterisirung der Methode des Unterrichts im Allgemeinen bemerke ich, dass derselbe, soweit es möglich ist, nach den Gesichtspunkten des Einzelunterrichts ertheilt wird Jeder Schüler wird seiner Individualität, seiner praktischen und theoretischen Vorbildung entsprechend beschäftigt und gefördert; in Fächern, in denen der Einzelunterricht im Ganzen weniger durchführbar ist, ist man bemüht, dem genannten Prinzip dadurch gerecht zu werden, dass der Lehrer durch Abfragen und Wiederholen sich

über die Leistungen und den Fortschritt eines jeden Schülers zu orientiren sucht und dementsprechend den Umfang und Gang des Unterrichts regelt und anpasst, sodass auch bei weniger begabten Schülern Fortschritt erzielt wird, und dabei die befähigteren nicht vernachlässigt resp. zurückgehalten werden. Die Schüler werden nicht akademisch behandelt, sondern stets in Bezug auf den Fleiss und die Fortschritte überwacht, und die Regelmässigkeit des Besuches des Unterrichts wird sorgsam kontrolirt. *(Schluss folgt.)*

Vereins-Nachrichten.

VIII. Deutscher Mechanikertag.

Der Vorstand des Hauptvereins hat in seiner Sitzung vom 7. d. M. beschlossen, den diesjährigen Mechanikertag nach Braunschweig auf den 17., 18. und 19. September (Freitag, Sonnabend und Sonntag) einzuberufen. Hierbei war die Absicht maassgebend, den Theilnehmern wiederum den Besuch der Naturforscher - Versammlung zu erleichtern, die am Montag, den 20., Vorm. 9 Uhr ihren Anfang nimmt.

Die Abtheilung für Instrumentenkunde

auf der 69. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Braunschweig am 20. bis 25. September 1897.

Die Deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik hat es immer als ihre Aufgabe angesehen, die Tagesordnung der Abtheilung für Instrumentenkunde auf den Naturforscher-Versammlungen möglichst reichhaltig zu gestalten. Die Betheiligung an den Verhandlungen dieser Abtheilung ist von wesentlicher Bedeutung für den ausübenden Mechaniker und Optiker. Denn dort vermag er nicht nur von ihm ausgeführte neue Konstruktionen von Instrumenten den unmittelbar dafür in Betracht kommenden Fachmännern vorzuführen, sondern auch mit diesen in persönlichen Gedankenaustausch zu treten, was von grossem Nutzen für ihn sein kann.

In diesem Jahre wird die Theilnahme unserer Mitglieder an der Naturforscher-Versammlung ganz besonders dadurch erleichtert, dass unmittelbar vorher auch in Braunschweig der Mechanikertag stattfinden wird. Anmeldungen zu Vorträgen und Vorführungen von Instrumenten nimmt der Schriftführer der Abtheilung für Instrumentenkunde, Hr. Dr. David Kaempfer in Braunschweig (Neue Promenade 17), wie auch der Unterzeichnete entgegen.

Der Vorstand
der
Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

I. A.: Dr. Hugo Krüss.

Gedächtnissfeier für Hermann Haensch.

Am 7. d. M. war ein Jahr vergangen, seitdem wir Hermann Haensch verloren haben. An diesem Tage wurde der Denkstein auf seinem Grabe eingeweiht, der aus freiwilligen Beiträgen von Mitgliedern der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik unter Zustimmung der Familie des Verstorbenen errichtet worden ist. Auf einem einfachen Unterbau erhebt sich ein Obelisk aus polirtem schwarzem schwedischem Granit, der auf der Vorderseite die Widmung trägt:

Dem Gedächtniss
an
Hermann Haensch,
den hochverdienten, lieben Freund
geb. 14. April 1832
gest. 7. Mai 1896
Die Deutsche Gesellschaft für Mechanik
und Optik.

Auf der Rückseite befindet sich der von einem langjährigen Mitarbeiter des Dahingegangenen herrührende Vers:

Tiefe Trauer an dem Grabe,
Wehmuth im verlassenen Haus:
Liebe spricht als letzte Gabe
Ihren Schmerz der Nachwelt aus.

Zur Feier hatten sich an dem stimmungsvoll geschmückten Grabhügel auf dem Friedhofe der Luisenstädtischen Gemeinde zu Berlin um 11 Uhr Vormittags die Hinterbliebenen von Hermann Haensch, Gattin, Tochter und Sohn, sowie eine grosse Zahl von Mitgliedern unserer Gesellschaft unter Führung der Vorsitzenden des Hauptvereins, Dr. H. Krüss, und des Zweigvereins Berlin, W. Handke, eingefunden; besonders erwähnt werde der 92-jährige Altmeister unserer Kunst, Rechnungsrath Th. Baumann; auch einige andere Korporationen, denen H. Haensch angehört hatte, waren vertreten.

Nachdem ein Männerquartett „Selig sind die Todten" gesungen hatte, hielt Herr Dr. Krüss folgende Ansprache:

Verehrte Mitglieder der Familie Haensch!
Liebe Freunde und Kollegen!

Nun ist ein ganzes Jahr dahingeflossen, seit unser Freund Hermann Haensch zur Ruhe

von seiner Arbeit eingegangen, seit er uns genommen worden ist. Damals haben wir, tief erschüttert von dem harten Schlag, welcher durch seinen Tod auch unserer Gesellschaft versetzt wurde, uns mit seiner Familie um seine Bahre versammelt und dort aus beredtem Munde uns tief in unser Herz hinein bewegen lassen durch die Schilderung nicht dessen, *was* er war, sondern *wie* er war.

Denn *was* ein Mensch ist, das ist vergänglich. Die Menschen bilden in ihrer Gesammtheit gleichsam ein dichtes Gewebe, in welchem Jeder eine einzelne Masche darstellt, welche mit den übrigen durch tausenderlei uns nicht immer sichtbare und erkennbare Fäden verschlungen ist. Und wenn dann plötzlich eine Masche herausfällt, wenn ein lieber Mensch uns verlässt, dann giebt es einen klaffenden Riss, und man meint wohl, er werde sich nie schliessen. Aber das ist die Eigenart der belebten Welt, dass sie fort und fort Lebenskräfte neu erzeugt. Als wir vor Jahresfrist auf diesem Grabeshügel die sterblichen Ueberreste unseres Freundes der Mutter Erde übergaben, da prangte die Natur in frischem Maiengrün. Die Blätter, die damals die Herzen der Menschen durch ihr saftiges Grün erfrischten, sie sind längst verdorrt und abgefallen. Aber jedes fallende Blatt gab der Erde die ihr entzogenen Kräfte wieder, auf Herbst und Winter folgte ein neuer Frühling, und wieder schmücken sich jetzt die Gefilde mit frischem Grün und jeder Baum ist gewachsen in Jahresfrist. So herrscht in der Natur ein fortwährendes Entstehen und Vergehen und Wiedererstehen, so auch im Leben der Menschheit. Jeder, der wie unser Freund Haensch seinen Platz im Leben mit ernstem Fleiss ausfüllt, hilft an seinem Theile, wenn auch mit dem Maassstabe der Geschichte gemessen nur um ein ganz geringes Stück, zum Fortschritte des Kulturzustandes des Menschengeschlechtes. Aber der beim Hingange eines Einzelnen in dem alle Menschen umspannenden Gewebe entstandene Riss wächst wieder zusammen, andere Maschen treten an die Stelle der verschwundenen, anders wird vielleicht das Gefüge des Gewebes an dieser Stelle, aber kein Mensch ist auf die Dauer unentbehrlich. Eine ernste Feier wie die heutige ist wohl geeignet, uns diesen Gedanken einmal recht eindringlich vor die Seele zu stellen, auf dass wir nicht stolz und eingebildet auf unsere Leistungen werden, sondern bescheiden unsere nur geringe Kraft erkennen und demüthig und anspruchslos werden, wie unser dahingegangener Freund trotz aller seiner Tüchtigkeit es auch war.

Also nicht, *was* er war und dass er es nun nicht mehr ist, soll uns und Alle, die ihn liebten und ihn immer lieben werden, das Herz schwer machen, sondern wir wollen in unserer Erinnerung treu festhalten, *wie* er war, *wie* er zu uns sich bewiesen hat.

In diesem Gedanken hatten seine Freunde schon lange eine Gedächtnissfeier für Hermann Haensch geplant und hatten gemeint, dass seinem Wesen nicht entsprechend gewesen wäre eine grosse Feier vor der Oeffentlichkeit, sondern vielmehr eine Feier in aller Stille hier auf seinem grünen Grabeshügel, auf dem seine Freunde ihm heute als äusseres Zeichen einen Gedenkstein aufrichten, wie sie solchen in ihrem Herzen schon lange für ihn errichtet haben. Aber als man die Freunde suchte, welche sich an dieser Ehrung zu betheiligen wünschten, da sah man, dass weit über den Ort seiner Wirksamkeit hinaus in allen Kreisen unserer Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik im ganzen Deutschen Reiche Männer sind, die auch heute noch in dankbarer Erinnerung an Hermann Haensch sich als seine Freunde bezeichnen. So ist es gekommen, dass ich hier heute im Namen aller dieser Freunde die Familie des theuren Dahingegangenen bitte, von uns dieses äussere Zeichen unserer Freundschaft in dem Gedenkstein anzunehmen. Dass ich dieses darf, ist mir eine Herzensfreude, denn ich weiss aus dem Munde seiner lieben Tochter, der er gern seine Gedanken anvertraute, dass er selbst einst den Wunsch ausgesprochenen hat, an seinem Grabe möge dermaleinst ein Freund, ein Kollege, wie ich, ihm ein Wort des Abschiedes nachrufen.

So stehen wir denn nun an seinem Grabeshügel, wir die Genossen seiner Arbeit auf dem Gebiete der mechanischen Kunst, und vereinigen uns in der Erinnerung daran, wie er mit uns gearbeitet hat unentwegt und unverdrossen. Noch als das Leiden, das ihn uns entreissen sollte, ihn schon bedrückte, hat er Antheil an unseren Bestrebungen genommen und sich noch wenige Tage vor seinem Dahinscheiden mit uns gefreut über das Wohlgelingen unserer gemeinsamen Veranstaltung in der Berliner Gewerbeausstellung. Getreu bis in den Tod hat Haensch die Grundsätze befolgt, welche schon bei der ersten, durch ihn mitbewirkten Begründung unserer Gesellschaft im Jahre 1877, zunächst als Fachverein Berliner Mechaniker, als maassgebend aufgestellt wurden und die sich seither bewährt haben, nämlich die Pflege der Kollegialität, die Erweiterung des Wissens durch gegenseitige Belehrung und die Anbahnung freundlicher Beziehungen zu den wissenschaftlichen Kreisen.

Wie Hermann Haensch die Kollegialität gepflegt hat, das macht ihm so leicht Keiner nach. Es war nur seiner liebenswürdigen Eigenart zu danken, dass durch die Jahre hindurch die Vereinigung der Mechaniker zusammenhielt. Denn die Mechaniker sind zumeist eigene, in

sich abgeschlossene Naturen, die in mühsamer Arbeit sich ihr Können und ihre Stellung im Leben erobert haben und nun diese Stellung gegen Feind und Freund meinen vertheidigen zu müssen. Da war Haensch wie geschaffen, zu vereinigen was fast unvereinbar schien; er fasste die Leute in ihrem Gemüthe an und zwang die Gegner zur Versöhnung durch seinen nie versiegenden, aber auch nie verletzenden Humor. So wurde er bald und wurde immer mehr der gesellige Mittelpunkt in dem technischen Kreise, der sich um ihn bildete. Die geschäftliche und wissenschaftliche Ausgestaltung des Vereins überliess er Anderen, die dazu sich für passend hielten, aber eine Veranstaltung oder eine Versammlung, in welcher Vater Haensch mitwirkte, war von vorneherein eines Erfolges sicher. Um nicht falsch verstanden zu werden, muss ich hervorheben, dass seine geselligen Vorzüge ihm allein gewiss nicht die hohe Achtung und den weitgehenden Einfluss gesichert hätten, die er besass, wenn nicht sein eigenes überaus tüchtiges technisches Können ihm ein grosses Uebergewicht über eine grosse Anzahl seiner Kollegen gegeben hätte. Aber es lag in seiner Natur mehr, im freundschaftlichen Geplauder seine Kollegen zu belehren, als in kunstvoll aufgebauten Vorträgen. Doch hat er auch solche nicht gescheut und sich immer in praktischer Weise damit abgefunden. Wenn er sich auch mancherlei theoretisches Wissen angeeignet hatte, so war er, wie er mir mehrfach sagte, stolz darauf, ein Mechaniker älterer Art zu sein, der, nachdem er bei Langhoff hier in Berlin seine Lehrjahre durchgemacht hatte, mit frohem Wandermuth in die Welt hinausgezogen war, um seine Kenntnisse zu erweitern, und sich so das, was er konnte, in der praktischen Arbeit angeeignet hatte, nicht wie diejenigen, die er die modernen Kollegen nannte, die ihre Weisheit aus den Hochschulen geholt haben. So hat er zur Belehrung seiner Kollegen viel gethan und aus seinen Arbeitseinrichtungen und Geschäftsgewohnheiten kein Geheimniss gemacht, sondern gern mit seiner grossen Erfahrung Anderen Rath und Beistand geleistet.

Und die Anbahnung freundlicher Beziehungen zu den wissenschaftlichen Kreisen hat Hermann Haensch als eine seiner Hauptaufgaben in der Arbeit für unsere Gesellschaft betrachtet. Auch in den Kreisen der ernsten Männer der Wissenschaft konnte man sich seiner jovialen Art nicht entziehen, auch bei den Gelehrten hat er durch die gewinnende Art seines Auftretens, verbunden mit seiner Tüchtigkeit, häufig den Zwecken unserer Gesellschaft den Boden geebnet.

Vor Allem aber hat er gewirkt, wo es galt, der Wissenschaft zu zeigen, was unsere Kunst zu leisten im Stande ist, wo es galt, in gemeinsamen Ausstellungen die Erzeugnisse der deutschen feinmechanischen und optischen Werkstätten der Fachwelt vorzuführen. Da hat ihn eine noch so grosse und noch so unbequeme Arbeit nie abgeschreckt, da hat er, wo gerade so oft und so leicht das Konkurrenzverhältniss störend dazwischen treten kann, in freundlicher Weise durch gleichmässige Berücksichtigung Aller zum einheitlichen Gelingen Grosses geleistet. Da haben wir es empfunden, wie er uns Allen der stets hülfreiche Kollege war. Ehre seinem Andenken!

Wenn wir nun aber sein Andenken ehren wollen dadurch, dass wir ihm,

„dem hochverdienten, lieben Freunde",

einen Gedenkstein setzen, so können wir ihm selbst freilich nichts Liebes mehr damit thun. Was wir thun, das thun wir nur, um unser eigenes Gemüth zu befriedigen, welches nach einem Ausdrucke des Dankes sucht. Der dahingegangene Freund hat zu seinen Lebzeiten auf einen Dank nie gerechnet, er that Alles um der Sache willen, und er fand seinen Lohn darin, dass seine Arbeit zur Erreichung eines vorgesteckten Zieles mit beigetragen hatte. Dann sass er wohl herzlich vergnügt und behaglich schmunzelnd in unserem Kreise und sprach nicht davon, welchen Mühen er sich im allgemeinen Interesse unterzogen hatte.

Aber sind wir denn nun, wenn wir heute diese Stätte verlassen, befriedigt mit dem, was wir gethan haben? Das wäre doch zu wenig, nur so äusserlich den Dank abgeladen zu haben, den wir unserem Freunde Hermann Haensch schuldig sind. Nein, meine lieben Freunde und Kollegen, damit ist es nicht geschehen.

Alles, was wir im Namen unserer Gesellschaft thun, muss an seinem Theile dazu beitragen, diese unsere Vereinigung zu stärken und zu kräftigen, und so sollen wir auch, wenn wir von dieser Stätte des Friedens wieder zurückkehren in das vielfach bewegte Leben, als *dauernde* Erinnerung ein Bild der Art des Wirkens des Verstorbenen mitnehmen, und unser Hauptdank soll nicht nur in Gefühlsäusserungen, sondern in *Thaten* bestehen. Haensch war ein Mann der That, er wusste, was er wollte, und was er für richtig erkannt hatte, das that er auch. Und wenn wir der Ueberzeugung sind, dass die Art seines Wirkens für uns und für die Entwickelung unserer Kunst nützlich und werthvoll war, so sollen und wollen wir zum Schluss uns in dem feierlichen Gelübde vereinigen, dass die Arbeit der besten Mannesjahre unseres Freundes Haensch nicht vergebens gewesen sein soll, dass wir seine Nachfolger sein wollen in der Förderung unserer gemeinsamen Interessen. Das können wir aber nur, wenn erstens ein Jeder von uns immer

mehr und mehr strebt, tüchtiger zu werden in seiner Arbeit, wenn wir dabei aber zweitens nicht untergehen in dem engen Kreise des eigenen Interesses, sondern mit weitem Blick und treuem Herzen in dem Fachgenossen den ebenso treu wie wir schaffenden Kollegen ehren und hochhalten. Dann, aber auch nur dann wird der Ruhm deutscher Mechanik, den Haensch mit begründen half, sich erhalten und stets wachsen zum Nutzen des Einzelnen und zur Ehre des Vaterlandes.

So mögen sich denn fest unsere Hände zusammenschliessen, wenn wir diesen Grabeshügel verlassen. Du aber, der Du unser Freund warst, so lange Du unter uns weiltest, Du sollst unser Leitstern sein, auf dass wir auf Deinen Wegen weiter wandeln! Dein Andenken unter uns bleibe ein gesegnetes für alle Zeit! Das walte Gott!

Mit dem Gesange „Ueber allen Gipfeln ist Ruh" schloss die einfache und erhebende Feier.

Bücherschau.

W. H. Uhland, Branchen-Ausgabe des Skizzenbuchs f. den praktischen Maschinen-Konstrukteur. Ein Hülfsbuch f. Techniker, sowie f. Schüler technischer Lehranstalten. 16. Bd.: Dynamomaschinen u. elektr. Leitgn. 1. Ergänzungsheft. qu.-gr. 4°. 48 S. Dresden, G. Kühtmann. 4,80 *M.*

A. Wilke, Die Elektrizität, ihre Erzeugung u. ihre Anwendung in Industrie und Gewerbe. 3. Aufl. In 17 Lfgn. 1. Lfg. gr. 8°. S. 1—40 m. Abbildgn. u. 1 Taf. Leipzig, O. Spamer. 0,50 *M.*

Arth. Frhr. v. Hübl, Die Dreifarbenphotographie m. besond. Berücksicht. des Dreifarbendruckes u. der photographischen Pigmentbilder in natürlichen Farben. Enzyklopädie der Photographie, 26. Hft. gr. 8°. VIII, 159 S. m. 30 Abbildgn. u. 4 Taf. Halle, W. Knapp. 8,00 *M.*

Patentliste.

Bis zum 3. Mai 1897.

Anmeldungen.

Klasse:

21. P. 7917. Bogenlampe. H. Pieper fils, Lüttich. 14. 1. 96.

L. 10 904. Zeitmesser für Telephongespräche. H. Lechner, Schweinfurt. 2. 12. 96.

St. 4206. Vielfachumschalter mit horizontal liegenden Klinkentafeln. R. Stock & Co., Berlin. 13. 4. 95.

J. 4049. Wechselstrom-Motorzähler. J. Juraske, H. Brockelt u. F. Rumrich, Dresden. 1. 8. 96.

42. M. 13 336. Pneumatischer Fluthmesser. A. Mensing, Berlin. 24. 10. 96.

48. B. 20 171. Mittel zur Beseitigung von Rost. A. Buecher, Heidelberg. 18. 1. 97.

49. N. 3856. Fräsmaschine mit neigbarem Werkzeugkopf. Ch. E. van Norman, Springfield, V. St. A. 2. 9. 96.

M. 13 438. Verfahren zur Herstellung von Akkumulatorenplatten. W. Majert, Grünau. 27. 11. 96.

K. 14 198. Bohrmaschine mit unmittelbarem Antrieb der Bohrspindel durch ein Reibungskegelradgetriebe. F. Kegel & Co., Breslau 15. 7. 96.

57. D. 7609. Blende zur Regulirung der Intensitäten der verschiedenen Farben des Lichtes. J. W. Mc. Donough, Chicago. 22. 6. 96.

67. C. 6425. Maschine zum Schleifen und Poliren von Stäben. M. E. Clark, Worcester, Mass., V. St. A. 3. 11. 96.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 92 488. Wechselstrom-Motorzähler. G. Hookham, Birmingham. 12. 5. 96.

Nr. 92 490. Direkt zeigender Widerstandsmesser mit inhomogenem Magnetfelde und Differentialgalvanometerschaltung. Zus. z. Pat. 75 503. Hartmann & Braun, Bockenheim-Frankfurt a. M. 8. 12. 96.

Nr. 92 564. Elektrischer Flüssigkeitskondensator mit Aluminiumelektroden. Ch. Pollak, Frankfurt a. M. 14. 1. 96.

Nr. 92 567. Elektrischer Arbeitsmesser mit Dynamometerwaage. J. Déjardin, Paris. 12. 11. 96.

Nr. 92 618. Selbstthätig wirkender Zeitmesser für Ferngespräche; Zus. z. Pat. 85 463. M. Bösl, München. 2. 8. 96.

42. Nr. 92 519. Registrirvorrichtung für Zählwerke an Maassstäben. J. Koslowsky, Breslau. 17. 6. 96.

Nr. 92 639. Schublehre. E. Weber, Pforzheim. 5. 11. 96.

Nr. 92 694. Vorrichtung zur Aufhebung der Biegung eines drehbaren Freiträgers, insbesondere eines Fernrohres. C. Hoppe, Berlin. 3. 7. 96.

57. Nr. 92 582. Photographisches Objektiv, aus drei getrennten Linsen bestehend. H. L. Aldis, London. 15. 9. 95.

67. Nr. 92 482. Schleif- und Polirvorrichtung. G. H. P. Flagg, Boston. 19. 11. 95.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 11. 1. Juni. 1897.

Die Fachschule für Mechaniker und die Tagesklasse für Elektrotechnik an der I. Handwerkerschule zu Berlin.

Vortrag,

gehalten auf dem VII. Mechanikertage am 14. August 1896

von

Prof. Dr. P. Szymański in Berlin.

(Fortsetzung.)

Bei der Wahl und Behandlung des Stoffes sucht der Unterricht eine doppelte Aufgabe zu lösen: derselbe soll einerseits den Schülern ein orientirendes, möglichst allseitiges Bild ihres Faches liefern, andrerseits hat er ein gründliches Verständniss der wiederkehrenden Gesetze und die Einprägung derselben herbeizuführen. Dabei wird stets auf die Entwickelung der Selbständigkeit der Beobachtung und des Urtheils und der Anwendung des Erlernten auf das Fach Gewicht gelegt. Der Umfang und die Methode des Unterrichts in den einzelnen Gegenständen wird durch folgende Darlegungen gekennzeichnet.

Der *mathematische Unterricht* soll dem Schüler die Möglichkeit bieten, sich diejenigen mathematischen Kenntnisse anzueignen, welche zur selbständigen Ausübung seines Berufs unbedingt nothwendig sind, und er beschränkt sich auf das Unentbehrlichste. Vorausgesetzt wird die Kenntniss der wichtigsten planimetrischen Sätze und einige Fertigkeit im Umwandeln von Zahlenausdrücken mit Potenzen und Wurzeln, sowie auch einige Uebung im Lösen von Gleichungen ersten Grades. Weil erfahrungsgemäss die Meisten, auch die besser in der Mathematik Vorgebildeten, nur eine schablonenmässige Zusammenstellung von Sätzen, einen Ballast von Formeln, ohne jegliche Uebung in der Anwendung derselben auf praktische Beispiele mitbringen, so ist zunächst eine Sichtung und Neubearbeitung des Mitgebrachten erforderlich, was durch eine kurze Wiederholung dieser Elemente an der Hand von aus der Praxis entnommenen Beispielen erreicht wird. Diese Wiederholung giebt dem Schüler auch Gelegenheit, etwa vorhandene Lücken auszufüllen und sich eine Sammlung von den wichtigsten Lehrsätzen und Gesetzen anzueignen und einzuprägen.

Die 8 wöchentlichen Stunden, welche im 1. Semester für den mathematischen Unterricht bestimmt sind, werden alsdann unter die einzelnen Gebiete so vertheilt, dass auf die Stereometrie 2, Algebra 1, Trigonometrie 2 und auf mathematisch-physikalische Uebungen 3 Stunden wöchentlich verwandt werden. Im 2. Semester werden 2 wöchentliche Stunden zunächst zur Befestigung des im 1. Semester Erlernten benutzt, worauf eine Erweiterung des Pensums durch die Behandlung der Kurvenlehre eintritt; 2 Stunden dienen lediglich zur Behandlung von Aufgaben der Praxis. Obgleich in dem rein theoretischen mathematischen Unterricht zahlreiche Beispiele und Uebungsaufgaben zur Erläuterung der mathematischen Gesetze herangezogen werden, so ist es doch die Hauptaufgabe dieses Theils des mathematischen Unterrichts, die mathematischen Wahrheiten zum Verständniss zu bringen. Dagegen haben die mathematisch-physikalischen Uebungen den Zweck, den Lehrstoff zum verfügbaren Eigenthum des Schülers zu machen und das Können in der Anwendung der mathematischen Kenntnisse auf praktische Beispiele herbeizuführen. Hier wird daher der Schüler vorzugsweise dazu angeleitet, sein mathematisches und physikalisches Wissen beim Lösen von Aufgaben aus dem Fachgebiete zu verwerthen, die gewählten Beispiele in das mathematische Gewand einzukleiden und dieselben selbständig zu behandeln. Gleich-

zeitig bieten diese Uebungsstunden Gelegenheit dar, die in der Physik gewonnenen experimentellen Grundlagen nach theoretischer Richtung hin zu erweitern.

Die *Physik* wird vorzugsweise experimentell durchgearbeitet, doch werden hierbei auch mathematische Betrachtungen, soweit dies der mathematischen Bildung der Schüler entspricht, eingeschoben, wobei als Ziel dieses Unterrichts die Doppelaufgabe gilt, einmal den Schüler mit den grundlegenden, wiederkehrenden Gesetzen dieser Disziplin vertraut zu machen, ihm ein möglichst abgeschlossenes Ganzes von positiven Kenntnissen darzubieten, das andere Mal ihm die Einblicke in das Gesammtgebiet der Physik zu eröffnen und ihn soweit zu orientiren, dass er im Stande ist, durch weitergehende Beschäftigung mit dem Gegenstande mit Verständniss in die komplizirteren Erscheinungen einzudringen und die Gesetze aufzufassen. Die grundlegenden Erscheinungen werden möglichst vielseitig besprochen und die Gesetze durch verschieden abgeänderte Versuche begründet. Die Besprechung der Konstruktionen und Eigenthümlichkeiten der Demonstrationsapparate lehrt die Schüler an den Instrumenten das Wesentliche vom Unwesentlichen zu unterscheiden und regt sie an zum selbständigen Nachdenken über die Art und Weise, die Erscheinungen zu demonstriren und Apparate zusammenzusetzen. Auch die Methoden der Bestimmung der praktisch wichtigen physikalischen Konstanten werden durch Versuche erläutert, was ein reiches Material für die später von den Schülern auszuführenden praktischen Arbeiten im Laboratorium darbietet. Es sei noch bemerkt, dass bei jeder Gelegenheit die Verkettung der verschiedenen Gebiete der Physik betont und dadurch ein allgemeines Interesse für sämmtliche Kapitel geweckt wird.

In Bezug auf den Lehrgang musste eine von der üblichen abweichende Anordnung zur Vertheilung des Stoffes gewählt werden. Der Unterricht in der Instrumentenkunde erfordert einige Vorkenntnisse in der Optik, der in der Elektrotechnik einige Vorbildung in der Elektrizitätslehre. Da erfahrungsmässig die Vorbildung der Schüler gerade auf diesen Gebieten sehr mangelhaft war, mussten die Stunden so eingetheilt werden, dass bereits im 1. Semester die Grundgesetze der Optik, Elektrizitätslehre und auch der Mechanik wöchentlich in Parallelvertheilung behandelt wurden. Da in der kurzen Zeit nur die grundlegenden Erscheinungen und die wichtigsten Gesetze demonstrirt werden können, hat der pyhsikalische Unterricht im 2. Semester die behandelten Kapitel zu ergänzen und zu erweitern.

Der Unterricht in der *technischen Mechanik* ersteckt sich im Wesentlichen auf den Ausbau der in der Physik gegebenen Grundlehren der Mechanik nach der technischen Seite hin. Als dem Interessenkreis der Mechaniker besonders naheliegend wird eingehend die Statik und Dynamik fester Körper behandelt, die Zusammensetzung von Kräften, die Lehre vom Schwerpunkt, von der Standfestigkeit, von der Reibung, die Gleichgewichtsbedingungen der einfachen Maschinen, die Begriffe Arbeit, Effekt, Wirkungsgrad u. s. w., immer unter Hinweis auf die praktischen Erfahrungen der Schüler und unter Erweiterung auf das Verständniss der Kraft- und Arbeitsmaschinen. Bei der Behandlung zahlreicher Aufgaben findet sich dann Gelegenheit, das Verständniss der Schüler zu prüfen und zu fördern. Die erworbenen Kenntnisse werden dann erweitert durch einen kurzen Abriss der Festigkeitslehre, welche es dem Mechaniker ermöglichen soll, sich über die Wahl der Abmessungen von Instrumententheilen und Hülfseinrichtungen der Werkstatt Aufschluss zu verschaffen. Einfache Berechnungen auf Zug, Druck, Biegung, Abscheerung und Verdrehung werden an Beispielen geübt und zum Theil auf rein graphischem Wege gelöst. Endlich wird ein möglichst eingehender Ueberblick über die Mechanismen gegeben, welche für den Feinmechaniker von besonderer Wichtigkeit sind. So finden z. B. Erklärung die verschiedenen Geradführungen und Lenker, die Zahnradkonstruktionen, Wechsel- und Wendegetriebe, Riemenübertragungen, Kuppelungen, Feder- und Gewichts-Akkumulatoren, Regulatoren und die typischen Mechanismen einiger Arbeitsmaschinen.

Der *Unterricht in der Instrumentenkunde* soll einmal dem Mechanikergehülfen, ähnlich wie die beschreibende Maschinenlehre dem Techniker, ein orientirendes und daher möglichst ausgedehntes Bild über das gesammte Gebiet seiner Kunst bieten. Es werden somit typische Instrumente aus den verschiedenen Zweigen der wissenschaftlichen Messtechnik in systematischer Folge vorgeführt, ihr Zweck und Gebrauch sowie das Wesentliche ihrer Konstruktion erörtert. Der grosse Umfang des in verhältnissmässig kurzer Zeit zu behandelnden Stoffes sowie die Unmöglichkeit der Herbeischaffung mancher Apparate zwingt nothwendig dazu, eine zweckmässige Auswahl zu treffen; es

können nur die hauptsächlichsten Fundamentalinstrumente einer eingehenden Besprechung unterworfen werden, doch bietet sich hierbei Gelegenheit, auch weniger wichtige kurz anzufügen und dem Grundprinzipe nach zu erörtern.

Der zweite, kaum weniger wichtige Zweck dieses Unterrichts besteht darin, ein gründliches Verständniss der bei allen Instrumenten wiederkehrenden Elemente, und zwar sowohl hinsichtlich des Prinzips ihrer Einrichtung und Gebrauchs, beispielsweise des Ablesens der Nonien oder der Mikrometerschrauben, des Horizontirens mit der Libelle u. dgl., sowie der ihnen zufällig oder inhärent anhaftenden Fehler, als auch des Grades der mit ihnen erreichbaren Genauigkeit herbeizuführen. Beide Aufgaben lassen sich vollkommen nicht trennen, doch wird im Lehrgang darauf geachtet, Einfacheres und leichter Verständliches dem Komplizirten und Schwierigeren vorangehen zu lassen. Es hat sich jedoch im Laufe der Zeit die Nothwendigkeit herausgestellt die Besprechung des optischen Theils gleichzeitig neben der des anderen, vorwiegend mechanischen, hergehen zu lassen; demzufolge wurden die 4 wöchentlichen Stunden so getheilt, dass abwechselnd 2 Stunden dem einen und 2 Stunden dem anderen gewidmet werden. Hand in Hand mit der Erörterung der Theorie der einzelnen Elemente oder ganzer Instrumente geht, wo es thunlich ist, während des Unterrichts praktische Beobachtung und die Ausführung der Justirung. Eingehendere darauf bezügliche Uebungen werden im zweiten Semester in systematischer Folge angestellt. Durch Besuch der Königl. Sternwarte, der Einrichtungen der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission sowie der Physkalisch-Technischen Reichsanstalt wird den Schülern Gelegenheit geboten, auch die Ausführungen grosser, für die weitgehendsten Anforderungen berechneter Instrumente kennen zu lernen.

Der *Unterricht in der Elektrotechnik* hat zunächst im Anschluss an die bei den Schülern vorhandene Vorbildung und dann weiter unter Berücksichtigung der in der Physik erzielten Erweiterung der Kenntnisse die Elemente der Elektrotechnik des Schwachstromes und beim weiteren Fortschritt auch die des Starkstromes zu behandeln. Es werden zunächst die einfachsten Elektrizitätsquellen, die in der Praxis vorkommenden Schwachstromapparate, die gebräuchlichsten Messinstrumente und Messmethoden der Elektrotechnik des Gleichstromes erörtert. Hierauf werden die Elemente der Theorie der Stromerzeuger und Strommotoren behandelt, woran sich eine Besprechung elektrischer Beleuchtungs- und Kraftübertragungs-Anlagen in ihren Grundzügen anschliesst. Zur Unterstützung dieses Unterrichts sind im zweiten Semester von den 14 für Zeichnen und Entwerfen bestimmten Stunden 2 wöchentliche Stunden speziell für Zeichnen von elektrischen Apparaten und Maschinen abgezweigt. In diesem Unterricht wird nicht so sehr die Technik des Zeichnens überhaupt geübt, als vielmehr den Schülern Gelegenheit geboten, sich einerseits einige Besonderheiten des Zeichnens in der elektrotechnischen Industrie anzueignen, andrerseits sich beim Konstruiren von Maschinen und Apparaten im Anschluss an den theoretischen Unterricht in der Elektrotechnik in der Berechnung derselben zu üben oder beim Durchrechnen gegebener Konstruktionen dieselben auf Richtigkeit zu prüfen.

(Schluss folgt.)

Apparat zur Beobachtung Röntgen'scher Schatten (Skiaskop).

Von H. Pflaum in Riga.

Dreierlei Eigenschaften der Röntgenschen Strahlen können zu Beobachtungen an und mit denselben verwandt werden: die elektrostatischen, die fluoreszenzerregenden und die photochemischen. Von diesen stellen die ersten das schwächste, die letzten dagegen das stärkste Reagens dar; die in der Mitte zwischen beiden liegende, die fluoreszenzerregende Fähigkeit, wenngleich von der photochemischen übertroffen, leistet jedoch in manchen Fällen vollkommen Ausreichendes, und die hierauf beruhende Beobachtungsmethode wird als eine direkte wohl immer von grosser Bedeutung bleiben.

Deshalb ist man vielfach bemüht gewesen, durch Herstellung von möglichst homogenen Schichten stark fluoreszirender Substanzen Schirme zu erhalten, an denen man die Röntgen'schen „abgetönten Schatten" der verschiedensten Dinge, insbesondere der verschiedenen Organe des menschlichen Körpers direkt zu beobachten vermag. Ein Hapterforderniss aber, um die bisweilen sehr schwachen Schatten deutlich sehen zu können, ist ein vollkommen dunkler Beobachtungsraum. Deshalb muss die Strahlenquelle, das ebenfalls fluoreszirende Glasrohr, in schwarzes Tuch gehüllt, die Beobachtung

selbst aber in einem Raume, der gleich einem photographischen Dunkelzimmer gegen die Tageshelle geschützt ist, vorgenommen werden. Dass hierin mancherlei Unbequemlichkeiten liegen, ist von vornherein klar: Der Mediziner, der eine diagnostische Untersuchung macht, braucht einen hellen Raum, ausser für die Momente, wo er am Fluoreszenzschirm beobachtet; hat er Platz genug für die Einrichtung eines Dunkelzimmers, so ist er doch vor und nach jeder Beobachtung des Lichts benöthigt. Der Physiker, der etwa photometrische oder andere Untersuchungen mit den Röntgen-Strahlen vornimmt, kann auch nicht alle diese Arbeiten in eine besondere Dunkelkammer verlegen, da eine solche wohl schon zu photographischen Zwecken eine besondere Einrichtung erhalten hat. So ist es denn erwünscht, einen Dunkelraum zu besitzen, der wenig Platz einnimmt und die Beobachtungen nach Möglichkeit bequem macht. Dies leistet die im nachstehenden beschriebene Vorrichtung.

Auf einem verstellbaren Stativ mit drei Füssen ruht ein rechteckiger Kasten, dessen Rückwand offen ist. Den Deckel klappt man auf und schiebt die als Rückwand dienende Fluoreszenztafel, wie solche jetzt in verschiedenen Grössen käuflich sind, hinein. Die Tafel stützt sich allseitig gegen vorspringende Leisten, und auch der Deckel besitzt ebensolche Leisten, sodass, wenn derselbe heruntergeklappt ist, keine Spur von Licht in den Kasten gelangen kann, ausser durch das Beobachtungsrohr, das sich an der Vorderwand befindet. Dieses Beobachtungsrohr hat im Querschnitt eine fast nierenförmige Gestalt, und seine Oberfläche besitzt eine mehrfache Krümmung. Das freie Ende dieses Tubus ist derart gestaltet, dass es annähernd einer Kurve entspricht, die man auf dem Gesichte über Stirne, Wangen und Nasenrücken verläuft. Bringt man nun seinen Kopf dicht an den Tubus, so ist ein Lichtzutritt von Aussen gänzlich ausgeschlossen. Da aber die Gesichtsformen verschiedener Personen recht beträchtlich differiren, so ist die vordere Kante des Tubus mit einem breiten Sammetpolster versehen; dieses ermöglicht ein bequemes Anlegen des Gesichts und dient als Lichtabschluss für den Fall, dass die Gesichtsform des Beobachters zu sehr von der Tubusform abweichen sollte.

Die Beobachtungen mit dem beschriebenen Apparate, den man als ein *Skiaskop* (von σκιά = Schatten) bezeichnen könnte, sind sehr bequem. Im hellsten Zimmer kann man die feinsten Details, die auf der Fluoreszenztafel überhaupt sichtbar werden, erkennen; ausserdem ist die Haltung des Kopfes eine ungezwungene und die Athmung keineswegs erschwert, da Mund und Nase ganz frei liegen. Der Tubus ist aus sauber lackirtem, innen geschwärztem Messingblech nach meiner Angabe vom hiesigen Mechaniker Masing (Basteiboulevard 8) hergestellt, die Fluoreszenztafel mit 24 × 30 *cm* wirksamer Fläche ist vom Mechaniker P. Altmann (Berlin NW., Luisenstr. 52) bezogen. Da dieselbe in den Kasten nur hineingeschoben ist, lässt sie sich in jedem Augenblicke herausnehmen und zu etwaigen anderen Zwecken verwenden.

Vereins- und Personen-Nachrichten.

Zur Aufnahme in die D. G. f. M. u. O. gemeldet:

Herr Karl Weiss, Rechtsanwalt und Notar, Lauban.

D. G. f. M. u. O. Zweigverein Berlin.

Sitzung vom 6. April 1897. Vorsitzender Herr Professor Dr. Westphal.

Herr Dr. Liebenthal spricht über Lichtmessung. In dem durch sehr zahlreiche Demonstrationen und Experimente erläuterten Vortrage werden zunächst die verschiedenen Photometer behandelt und zwar die nach Bunsen, Lummer-Brodhun, Weber und Talbot; sodann werden die gebräuchlichsten Lichtmaasse besprochen, die englische Kerze, die deutsche Vereinskerze, die Pentanlampe, sowie besonders die Hefner-Lampe, von denen die letztgenannte die erste und bis jetzt einzige beglaubigte Einheit des Lichtmaasses ist. An einer Haensch'schen Photometerbank wird die Vergleichung zweier Lichtquellen demonstrirt und sodann die räumliche Lichtvertheilung bei den verschiedensten Lichtquellen erläutert. Zum Schluss vergleicht der Vortragende die Beleuchtung durch Petroleum, Gasglühlicht, elektrisches Glüh- und Bogenlicht hinsichtlich des Kostenpunktes.

Nach einer kurzen Pause wird ein Dankschreiben von Herrn Th. Ludewig verlesen und das Protokoll der letzten Sitzung genehmigt; hierzu bemerkt Herr G. Halle-Rixdorf, dass er demnächst auf das mikroskopische Gefüge des Karborundums zurückzukommen beabsichtige.

In den Vorstand des Hauptvereins wird Herr C. P. Goerz für den verstorbenen Herrn P. Dörffel gewählt. — Der Vorsitzende macht einige Mittheilungen über den Umfang der Anmeldungen zur Pariser Weltausstellung und

bittet hierbei dringend, die Anmeldungen möglichst zu beschleunigen, damit die deutsche Präzisionstechnik bei der Vertheilung des Platzes ausreichend berücksichtigt werde, zumal da die Pariser Ausstellung bedeutend weniger Flächeninhalt haben werde, als die in Chicago. — Herr Blaschke legt einige neu erschienene Bücher vor. — Herr Handke theilt mit, dass der Denkstein für Hermann Haensch am 7. Mai eingeweiht werden soll. *Bl.*

Zweigverein Hamburg-Altona.

Am 4. Mai unternahm der Verein unter Betheiligung von 50 Personen eine Besichtigung der Margarine- und Kakaofabrik von A. L. Mohr in Bahrenfeld und der neuen Gasanstalt der Stadt Altona.

Herr Mohr hatte selbst die Liebenswürdigkeit, die Gesellschaft durch seinen ganzen ausgedehnten Betrieb zu führen und die Art der Fabrikation im Einzelnen zu erklären. Dabei überzeugten sich die Theilnehmer durch persönliche Prüfung von der vorzüglichen Beschaffenheit des Fabrikates.

Nach einer Erfrischungspause in der Brauerei wurde der Weg zur Gasanstalt angetreten, wo die Gesellschaft von Herrn Inspektor Kupfer empfangen wurde. Derselbe hielt zunächst einen kleinen Vortrag über die ganze Einrichtung der Anstalt und leitete sodann den Rundgang durch die verschiedenen Betriebsräume. Von besonderem Interesse waren die erst in neuerer Zeit in der Gastechnik üblichen geneigt liegenden Retorten, in welchen die Kohlen sich gleichmässig ausbreiten, das Regulatorhaus, die eigenartige durch hydraulischen Druck bewegte Hebebühne, der grosse Gasometer und anderes mehr.

Bei dem sich hieran schliessenden Zusammensein in der Brauerei wurde auf Vorschlag der Ausflugs-Kommission beschlossen, vierzehn Tage nach Pfingsten einen Ausflug nach Reinbeck zu unternehmen. *H. K.*

Herr **Dr. F. Plato,** bisher Technischer Hülfsarbeiter bei der Kais. Normal-Aichungs-Kommission in Berlin, ist zum Mitgliede dieser Behörde und zum Regierungsrath ernannt worden.

Herr **Robert Landolt,** Präsident der Aktiengesellschaft für Fabrikation Reishauerscher Werkzeuge in Zürich, ist von einem entlassenen Angestellten dieser Fabrik ermordet worden. Der Verstorbene, ein Bruder des Kurators der Zeitschr. f. Instrkde., des Geh. Reg.-Raths, Prof. Dr. H. Landolt in Berlin, hat sich auch um die D. G. f. M. u. O. Verdienste erworben durch Mitarbeit bei der Normirung des Loewenherz-Gewindes; so nahm er u. a. Theil an der Konferenz zu München im Dezember 1892, auf welcher die Vorarbeiten für dieses Schraubensystem zum Abschluss gelangten; auch dem Vereinsblatt hat er sein Interesse zugewandt und in ihm *(1893. S. 161)* einen Artikel veröffentlicht über Gewindeschneidkluppen mit zweitheiligen Backen.

Kleinere Mittheilungen.

Was ist ein „Optisches Instrument"?

Die Hamburger Polizei-Behörde richtete an die Hamburger Gewerbekammer folgendes Auskunftsersuchen:

Nach § 56, 11 Gewerbeordnung in der Fassung vom 6. August 1896 sind Schmucksachen, Bijouterien, Brillen und optische Instrumente vom Ankauf oder Feilbieten im Umherziehen ausgeschlossen, auch dürfen diese Sachen nach § 42, a a. a. O. innerhalb des Gemeindebezirks, des Wohnortes oder der gewerblichen Niederlassung von Haus zu Haus oder auf öffentlichen Wegen, Strassen, Plätzen oder an anderen öffentlichen Orten nicht feilgeboten oder zum Wiederverkauf angekauft werden.

Da der Begriff Schmucksachen, Bijouterien und optische Instrumente im Gesetze nicht näher definirt ist, derselbe jedenfalls auch verschiedene Auslegungen zulässt, so wird die verehrliche Gewerbekammer ergebenst ersucht, gefälligst ein Gutachten der betreffenden Sachverständigen über den Begriff der bezeichneten Gegenstände einziehen und hierher mittheilen zu wollen. Speziell wird um Mittheilung ersucht, ob das anliegende Mikroskop[1]) als ein optisches Instrument im Sinne des § 56, 11 Gewerbeordnung anzusehen ist.

Die Polizeibehörde.
Abtheilung III.
gez.: Stahmer Dr.

Darauf erstattete der von der Gewerbekammer beeidigte Sachverständige für Feinmechanik und Optik das folgende Gutachten:

Ich verstehe unter Instrument ein Werkzeug, ein Geräth, ein Hülfsmittel, welches man benutzen muss, um eine bestimmte Verrichtung auszuführen.

So wird im juristischen Sinne häufig als Instrument eine Urkunde bezeichnet, die dem Inhaber einen Besitztitel, d. h. die Möglichkeit der Verfügung über eine Sache giebt.

Die Verbindung des Wortes „Instrument" mit einem Eigenschaftswort findet in verschiedenem Sinne statt. Unter musikalischen

[1]) Es handelte sich dabei um die bekannten gegossenen zylindrischen Lupen mit zwei sphärisch konvexen Flächen, die auf den Strassen feilgeboten werden.

Instrumenten versteht man solche, mittels deren man Musik machen kann, während man unter chirurgischen Instrumenten solche begreift, welche dem Chirurgen als Werkzeug dienen. Desgleichen versteht man unter einem optischen Instrument nicht nur ein solches, welches an sich optische Wirkungen oder Licht hervorbringt, sondern auch ein solches, welches unter Benutzung seiner optischen Eigenschaften und der allgemeinen Eigenschaften des Lichtes als ein Werkzeug zur Erreichung irgend welcher Zwecke dient.

Da aber die Optik ein Zweig der physikalischen Wissenschaft ist, so ist ein optisches Instrument ein wissenschaftliches Instrument, und es ist unter allen Umständen eine Vorrichtung nur dann ein optisches Instrument, wenn sie unter Erfüllung der Regeln der Wissenschaft, in diesem Falle der Optik, hergestellt ist und dementsprechende Wirkungen aufweist.

Erfüllt eine Vorrichtung diese Bedingungen nicht, so ist sie entweder nur ein Modell oder ein Spielzeug. Als letzteres muss ich auf Grund der obigen Darlegungen das anliegend wieder zurück erfolgende sogenannte Mikroskop bezeichnen.

gez.: Dr. Hugo Krüss.

Eine neue Ablesevorrichtung für Galvanometer.

Von C. B. Rice.

Amer. Journ. of Science. (4) 2. S. 276. 1896.

Die von Prof. Hastings herrührende Vorrichtung besteht darin, dass der Spiegel des Instrumentes in der Mitte ein Loch von etwa 1,5 *mm* Durchmesser besitzt; die Rückwand des Instrumentes ist ebenfalls durchbrochen und wie die Vorderwand mit einem Planparallelglas verschlossen, sodass man frei durch die Mitte des Spiegels hindurchsehen kann. In einem regulirbaren Abstande von 5 bis 7 *cm* vom Spiegel befindet sich eine kleine Linse von der doppelten Brennweite dieses Abstandes mit dicht darunter befestigter kurzer Skala und auf der anderen Seite des Spiegels in derselben regulirbaren Entfernung ein schwarzer Faden auf weissem Grunde. Durch die Linse erblickt man das bewegliche Spiegelbild der Skala und gleichzeitig durch das Loch des Spiegels hindurch den feststehenden schwarzen Faden.

Diese Ablesevorrichtung dürfte sich namentlich für transportable Galvanometer mit mässiger Empfindlichkeit für Nullmethoden vorzüglich eignen, da sie sich wegen ihrer Kleinheit konstruktiv sehr gut mit dem Instrument vereinigen lässt, eine genauere Ablesung gestattet als ein Zeiger und einfacher und billiger ist als die objektive Ablesung oder eine solche mit Fernrohr und Skala.

Bornhäuser.

Die **V. Jahresversammlung des Verbandes deutscher Elektrotechniker** findet vom 10. bis 13. Juni d. J. in Eisenach statt.

Der **I. Internationale Mathematiker-Kongress** wird vom 9. bis 11. Juni d. J. in Zürich abgehalten werden.

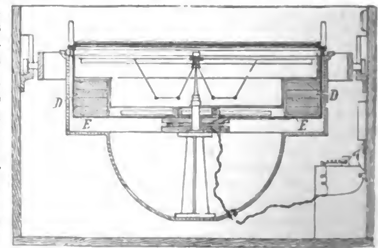
II. Kraft- und Arbeitsmaschinen-Ausstellung München 1898.

Nachdem die provisorischen Anmeldungen nach Zahl und Art in sehr befriedigender Weise eingelaufen waren, sind nunmehr die Anmeldebögen zur definitiven Anmeldung versandt worden.

Eine **Internationale Erfindungs- und Exportwaaren - Ausstellung** findet in London im Polytechnischen Institut während der Monate August und September d. J. statt.

Patentschau.

Schiffskompass. A. Wemyss Horsbrugh in London. 15. 3. 1896. Nr. 90 594. Kl. 42.



Bei diesem Schiffskompass wird die wahre Nordlinie und der Ort des Schiffes nicht durch astronomische Bestimmungen, sondern durch unmittelbare magnetische Beobachtungen festgestellt.

Das Prinzip, auf welchem diese Erfindung beruht, besteht in der direkten Regelung der vorhandenen magnetischen Kräfte, sodass sich ein magnetisches Feld ergiebt, in welchem die Kraftlinien beider Polaritäten gleichmässig über gleiche Räume vertheilt sind.

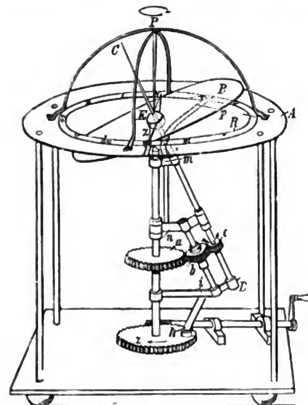
Eine Ausführungsform dieses Prinzips ist derart eingerichtet, dass ein

einstellbarer waagerechter Eisenring *D* (oder mehrere solche Ringe) in entgegengesetzten Richtungen mit Leitungsdraht *E* umwunden ist, der von der Erde oder einem Elektrizitätserzeuger aus mit Strom versehen wird.

Vorrichtung zum Regeln des Abstandes der neu eingesetzten Kohlenstifte von Bogenlampen. Naeck & Holsten in Stralsund. 19. 3. 1896. Nr. 90 516. Kl. 21.

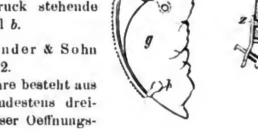
Durch Anheben des unteren Kohlenhalters nach dem Einsetzen neuer Kohlen wird der von der Feder *L* beeinflusste, schwingende, die Kettenführungsrolle *I* tragende Rahmen *K* in eine höchste Lage gebracht, wonach beim Freigeben des Kohlenhalters durch das erfolgende Niederschwingen des Rahmens die Kohlen um eine bestimmte Länge getrennt werden, um beim Angehen der Lampe durch von ihrem Mechanismus bewirktes Heben des Rahmens mittels des vom Magneten *N* angezogenen, durch seinen Arm *P* gestützten Hebels *O*, zum Zweck der Lichtbogenbildung, zusammengeführt zu werden.

Apparat zur Veranschaulichung der Rotation und Präzession der Erde. A. Krebs in Halle a. S. 22. 5. 1896. Nr. 90 460. Kl. 42.



Um die Rotation der Weltachse *CD* um den Pol *P* der Ekliptik *A*, die Präzession des Frühlings- und Herbstpunktes und die Rotation der Erde *E* selbst zu veranschaulichen, sind mit dem losen Antriebsrad *z* durch Gestell *h i n m* zwei schräg stehende Räder *b c* verbunden, die sich bei Drehung des Rades *z* an dem festen Rad *a* abwälzen, wobei der Pol *P* von der verlängerten Erdachse *CD* umkreist wird. Ferner wird während der Bewegung der mit dem Kreisringe *R* fest verbundene Zeiger *Z* stets die Schnittlinien der beiden Ebenen *A* und *B* (*B* = Aequatorebene) anzeigen und der Arm *m p* den Ring *R* mit den Zeichen der Sternbilder herumdrehen. Durch diese Bewegung erkennt man das Vorschreiten des Frühlings- und des Herbstpunktes und das Wegrücken der Zeichen von ihren Sternbildern.

Augengläser (Brillen, Klemmer) ohne Randeinfassung mit leicht lösbarer Befestigung des Glases. O. Messter in Berlin. 20. 5. 1896. Nr. 90 151. Kl. 42.

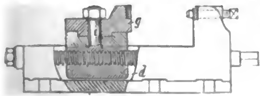


Die Befestigung des Glases geschieht durch eine mit Zapfen *z* in das Glas *g* eingreifende unter Federdruck stehende Klemme *p* und einen das Glas lose umfassenden Bügel *b*.

Umkehrsystem für terrestrische Fernrohre. Voigtländer & Sohn in Braunschweig. 23. 1. 1896. Nr. 90 690. Kl. 42.

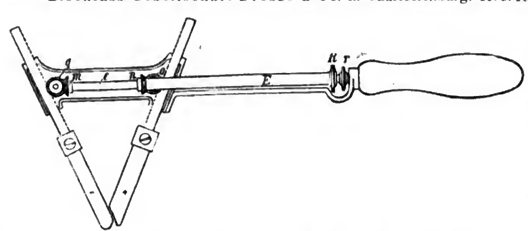
Dieses Umkehrsystem für terrestrische Fernrohre besteht aus einem einzigen verkitteten Linsensystem, welches mindestens dreitheilig sein muss und so korrigirt ist, dass ein grosser Oeffnungswinkel des Objektivs thatsächlich ausgenutzt wird.

Parallel-Schraubstock mit drehbarer Backe. J. Hoffmann aus Niederschlema i. S., z. Z. in Dresden. 24. 4. 1896. Nr. 90 192. Kl. 49.



Der Parallel-Schraubstock besitzt zum Einspannen keilförmiger Werkstücke eine Backe *g*, welche um die zum Zapfen *e* ausgebildete Spindelmutter *d* drehbar ist.

Vorrichtung zur Umbildung eines Davy'schen Lichtbogens zu einer Stichflamme. Deutsche Eisenfass-Gesellschaft Drösse & Co. in Charlottenburg. 10. 5. 1895. Nr. 90250. Kl. 49.



Die zur Erzeugung des Lichtbogens dienenden Kohlen + und − werden durch Zahngetriebe *Rr, El nm, oq* so eingestellt, dass die Spitze der negativen Kohle sich stets unter dem Krater der positiven befindet. Durch Anwendung einer grossen Stromstärke wird dann der entstehende Lichtbogen zu einer Stichflamme ausgebildet, wobei die negative Kohle in die positive hineinwächst.

Patentliste.

Bis zum 17. Mai 1897.

Anmeldungen.

Klasse:

21. K. 14 724. Zeitmesser für Ferngespräche. H. Keim, München. 2. 1. 97.

42. W. 12 106. Druckmesser. G. Willner, Frankfurt a. O. 17. 8. 96.

W. 12 309. Wärmeregler. L. Hermsdorf u. R. Weiske, Chemnitz. 4. 11. 96.

49. F. 9 654. Kugelfräs- oder Schleifmaschine. F. Fischer, Schweinfurt a. M. 4. 2. 97.

M. 13 252. Quergetheilter Spiralbohrer mit auswechselbarem Spitzentheil. W. May, Köln-Zollstock. 26. 9. 96.

57. B. 18 826. Blitzlicht-Apparat mit verstellbaren Flammenträgern. W. Bruns, Chicago, Jll. 9. 3. 96.

74. K. 14 292. Vorrichtung zur Fernübertragung von Magnetnadelstellungen. R. Kübler, Berlin. 11. 8. 96.

S. 9 211. Einrichtung zum Einstellen von Apparaten aus der Ferne durch Elektrizität. Sautter, Harlé & Co., Paris. 1. 2. 96.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 92 860. Messgeräth für Wechselstrom nach Ferraris'schem Prinzip. R. Belfield, London. 23. 10. 95.

Nr. 92 886. Abschmelzsicherung mit in Paraffin gebetteter Quecksilberfüllung. Deutsche Akkumulatoren-Gesellschaft Gebr. Körner, Mannheim. 13. 10. 96.

Nr. 92 959. Motorzähler für Wechselstrom, dessen Hauptstromwickelung im verstellbaren Ankereisen liegt. G. Hummel, München. 25. 1. 96.

42. Nr. 92 866. Vorrichtung zum Fernmelden der Temperatur. Töpffer & Schädel, Berlin. 13. 8. 96.

Nr. 92 867. Einrichtung zur Erzeugung von Doppelbildern bei winkelmessenden Fernrohren. C. Zeiss, Jena. 25. 11. 96.

Nr. 92 976. Freistehende Beleuchtungsvorrichtung für Mikroskope; Zus. z. Pat. 76 833. R. Volk, Hamburg-Eilbeck. 25. 10. 96.

Nr. 93 032. Apparat zum selbstthätigen Registriren des Standes meteorologischer Instrumente auf beliebige Entfernungen. L. Cerebotani, München und A. Silbermann, Berlin. 15. 12. 96.

Nr. 93 033. Doppelfernglas, durch Drehung eines Handgriffes einstellbar. M. Frambach, Charlottenburg. 1. 1. 97.

49. Nr. 92 941. Schraubenschneidmaschine mit Revolverdreh- und Bohrvorrichtung. F. Kraft-Siegrist, Halle a. S. 26. 10. 95.

57. Nr. 92 809. Serien-Apparat mit zwei Filmbändern. R. D. Gray, New-York. 2. 6. 95.

Nr. 93 004. Sucheranordnung für Kameras mit hoch und quer verschiebbarem Objektiv. H. Svensson, Göteborg, Schweden. 2. 6. 96.

70. Nr. 92 871. Zeichenbrett. Frau M. Henecke, Schöneberg b. Berlin. 19. 5. 96.

Nr. 92 911. Reissschiene. H. Dubois, Strassburg i. E. 30. 9. 96.

74. Nr. 92 858. Thermostatischer Feuermelder. H. Baer, H. Bosch und W. D. Greanelle, New-York. 20. 10. 96.

87. Nr. 92 949. Schraubenschlüssel mit verschiebbaren Backenfüllungen. J. P. Funt, London. 25. 6. 96.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 12. **15. Juni.** **1897.**

Die Fachschule für Mechaniker und die Tagesklasse für Elektrotechnik an der I. Handwerkerschule zu Berlin.

Vortrag,

gehalten auf dem VII. Mechanikertage am 14. August 1896

von

Prof. Dr. **P. Szymański** in Berlin.

(Schluss.)

Der *technologische Unterricht* bezweckt vor Allem eine systematische Ordnung der praktischen Kenntnisse der Schüler. Dabei wird Werth darauf gelegt, dass die Schüler ihre besonderen Erfahrungen anführen und die Vortheile oder Nachtheile dieser Erfahrungen auseinandersetzen; dieser mündliche Austausch der Meinungen hat sich als recht nützlich und anregend erwiesen. Es wird mit einem kurzen Ueberblick über die Aufbereitung und die Eigenschaften der technisch wichtigen Metalle begonnen, sodann werden in möglichster Vollständigkeit die bei der Entstehung eines Instrumentes vorkommenden Arbeitsmethoden, Werkzeuge und Maschinen besprochen. Die Technologie des Holzes findet soweit wichtig Berücksichtigung, ebenso werden in einem besonderen Abschnitte über Materialienkunde Ursprung, Werth und Beurtheilung anderer wichtiger Rohstoffe und Fabrikate besprochen.

Dieser Unterricht wird durch den in der *Chemie* unterstützt. Eine wesentliche Ergänzung und Stütze erfährt der gesammte Unterricht in den *praktischen Arbeiten im physikalischen Laboratorium.* Im Anschluss an den vorangegangenen und fortlaufenden Unterricht in der Physik, Instrumentenkunde, Mechanik und Elektrotechnik wird hier dem Schüler Gelegenheit gegeben, sich mit der Handhabung der Demonstrationsapparate, mit der Prüfung und Justirung der typischen Messinstrumente, Kathetometer, Goniometer, Spektrometer, Waage u. dgl., vertraut zu machen. Die Ermittelung der praktisch wichtigsten physikalischen Konstanten giebt ihm Veranlassung, die verschiedenen durchwanderten Gebiete zu wiederholen und zu ergänzen.

Die Reihe der zu behandelnden Aufgaben führt ihm nicht nur die grundlegenden Messungen der Physik, sondern auch die wichtigsten Probleme der elektrotechnischen Messtechnik vor. Die durch den Lehrer geleiteten gemeinsamen Besprechungen der gewonnenen Resultate, die gegenseitige Kritik der Versuchsanordnungen und Ausführungen erweitert einerseits die Einblicke in das schwierige Gebiet des Messens, andererseits tragen sie Wesentliches zur Klärung der Begriffe, Befestigung des Erlernten, zur Ausfüllung der Lücken und zur Erweiterung des Wissens bei. Weil die Schüler schon im 1. Semester durch den Unterricht in den betreffenden Gebieten vorbereitet werden, ist es möglich, in den 5 wöchentlichen Stunden des 2. Semesters eine stattliche Reihe von Aufgaben zu bewältigen.

Ueber den Umfang und die Methodik des *Zeichenunterrichts* wird unser Fachlehrer, Herr Toussaint, Bericht erstatten, sodass ich hiermit die Mittheilungen über den Unterricht in unserer Fachschule für Mechaniker schliessen kann.

Zu den Aufnahmebedingungen will ich noch hinzufügen, dass in der Regel nur solche Mechaniker, Maschinenbauer, Uhrmacher u. dgl. in die Schule aufgenommen werden, welche eine dreijährige Lehrzeit absolvirt haben; in besonderen Fällen bei guter theoretischer Vorbildung wird auch eine kürzere praktische Thätigkeit als ausreichend angesehen. Die Schule geht von dem Prinzip aus, dass allen strebsamen jungen Leuten Gelegenheit gegeben werden muss, sich dem Fach entsprechend aus-

zubilden, und dass ihnen der Eintritt in die Schule nicht erschwert, sondern erleichtert werden muss. Nicht die Schüler sind für die Schule, sondern die Schule ist für die Schüler da. Wenn die Praxis Volontäre ausbildet, warum soll denselben, weil sie nicht die durchschnittliche Lehrzeit hinter sich haben, die Möglichkeit der theoretischen Ausbildung abgeschnitten werden? Die Schule kann sogar, wie schon oben erwähnt, den Betreffenden die Veranlassung zur Ergänzung der Praxis geben und die Richtung zeigen, in der er die Lücken auszufüllen bestrebt sein soll.

So viel, meine Herren, über die Fachschule für Mechaniker. Die Zeit erlaubt es nicht mehr, dass ich Ihnen noch ein Bild unserer Tagesklasse für Elektrotechnik entwerfe. Ich bemerke nur kurz, dass diese auf Anregung des Elektrotechnischen Vereins zu Berlin und einiger hiesiger Firmen im Jahre 1892 an der Handwerkerschule eingerichtete Tagesklasse ähnliche Ziele verfolgt, wie die Fachschule für Mechaniker; dem speziellen Zweck, der bestimmten Richtung entsprechend, ist natürlich auch ihr Plan aufgebaut und die Lehrgegenstände der Art und dem Umfange nach gewählt. Was aber die allgemeine Organisation und die Methoden des Unterrichts anbetrifft, sind beide Einrichtungen einander gleich[1]).

Diese Schwesterschule, die auch in ihrer Entwickelung und Erweiterung Aehnliches wie die Fachschule für Mechaniker durchgemacht hat, ist nunmehr zu einer Nebenbuhlerin der letzteren geworden, insofern, als die Schülerzahl sich auf beide vertheilt; während bis zum vorigen Jahre (1895) die Durchschnittszahl der Theilnehmer in beiden gleichmässig vertheilt war, zählt in diesem Jahre die Tagesklasse für Elektrotechnik 24, die Fachschule für Mechaniker dagegen nur 10 Schüler[2]), eine Thatsache, die sich dadurch erklären lässt, dass die meisten von den Schülern der Fachschule für Mechaniker der beiden letzten Jahre, nachdem sie sich ohne Erfolg um Stellungen in Präzisionswerkstätten bemüht hatten, schliesslich gezwungen wurden, ihr Fortkommen bei elektrotechnischen Firmen zu versuchen, und hier Beschäftigung gefunden haben. Und es steht fest, dass diese Misserfolge der Feinmechaniker-Gehülfen auf ihrem eigenen Gebiete hierauf verschiedene Andere veranlasst haben, ihre theoretische Ausbildung in der Tagesklasse für Elektrotechnik zu suchen. Es ist nicht zu leugnen, dass der Bedarf an Elektrotechnikern augenblicklich noch ein sehr grosser ist; doch auch die Feinmechanik in ihrer fortwährenden Entwickelung ist wohl in der Lage, ihren Söhnen, die sie liebgewonnen haben, das Fortkommen zu sichern und sie entsprechend zu beschäftigen.

Indem ich Ihnen für die meinen Ausführungen geschenkte Aufmerksamkeit danke, bitte ich Sie, die Bestrebungen unserer Schule zu unterstützen, und in Ihren Kreisen die Verbreitung des Interesses zu fördern für Einrichtungen, die geeignet sein dürften, Einiges zur Entwickelung und Hebung dieses Gewerbes beizutragen.

[1]) Zur Orientirung möge hier der Plan der Tagesklasse dienen:

1. Halbjahr.

1. Mathematik	4 Stunden wöchentlich
2. Physik	5 - -
3. Chemie	2 - -
4. Elektrotechnik	16 - -
5. Zeichnen	8 - -
6. Uebungen im Laboratorium u. Exkursionen	9 - -
Zusammen	44 Stunden wöchentlich.

2. Halbjahr.

1. Mathematik	3 Stunden wöchentlich
2. Physik	2 - -
3. Chemie	2 - -
4. Elektrotechnik	14 - -
5. Antriebsmaschinen	2 - -
6. Zeichnen und Entwerfen	10 - -
7. Uebungen im Laboratorium u. Exkursionen	9 - -
Zusammen	42 Stunden wöchentlich.

[2]) Der Besuch der Abtheilungen im Winter 1896/97 und Sommer 1897:

Fachschule für Mechaniker	17 resp. 16 Schüler
Tagesklasse für Elektrotechnik	30 - 28 -

Ueber die Benutzung der Quecksilberthermometer zu exakten Temperaturmessungen.

Von Dr. **Karl Scheel** in Charlottenburg.

Ueber die Ausführung von exakten Temperaturmessungen mittels des Queck-lberthermometers herrschen noch vielfach Unklarheiten; der Ursprung derselben ist ohl in erster Linie darin zu suchen, dass die Resultate der in neuerer Zeit auf diesem ebiete ausgeführten Untersuchungen zwar in umfangreichen Werken niedergelegt, erade darum aber nicht Allgemeingut geworden sind, weil die auf anderen Gebieten ätigen Forscher nicht genügende Zeit für das Studium solcher Spezialwerke auf-enden können. Aus diesem Grunde ist dem Verfasser dieser Zeilen von vielen Seiten er Wunsch ausgesprochen worden, eine kurze Anleitung zu besitzen, die mit Um-ehung alles nur irgend Entbehrlichen einem in der Thermometrie weniger Bewanderten en richtigen Gebrauch des Thermometers ermöglicht. Diesem Wunsche sucht die orliegende kleine Skizze gerecht zu werden; sie will ihrem Programm gemäss durch-us nichts Neues bringen, vielmehr die Resultate aller einschlägigen wissenschaftlichen ntersuchungen in der Form einer Gebrauchsanweisung kurz zusammenfassen.

Wir beschränken uns dabei zunächst auf die Messung der Temperatur im Inter-all zwischen 0° und 100°, ferner nehmen wir vorläufig an, das Thermometer tauche ganz ı diejenige Substanz ein, deren Temperatur ermittelt werden soll, d. h. wir schliessen en Fall eines herausragenden Fadens von unserer Betrachtung aus. Wir behalten ns vor, im weiteren Verlaufe des Artikels auf diese beiden Punkte zurückzukommen.

Endlich ist in neuerer Zeit die Forderung einer *gleichmässigen* Theilung, d. i. iner solchen, deren einzelne Theilstriche die gleiche Entfernung von einander besitzen, nd welche nicht den Kaliberfehlern angepasst ist, bei Präzisionsinstrumenten mehr und ıehr zu ihrem Rechte gekommen, da nur bei einer solchen die exakte Ermittelung der aliberfehler ohne allzugrossen Arbeitsaufwand möglich ist. Es empfiehlt sich daher ei Neuanschaffungen stets diese Forderung zu stellen. Systematisch verlaufende heilungsfehler, wie sie etwa davon herrühren, dass man bei Herstellung der Theilung ııttels einer Schraubentheilmaschine die fortschreitenden Fehler der Schraube nicht erücksichtigt, sind weniger schädlich, weil diese Fehler durch die Kalibrirung gleich-eitig mit den Kaliberfehlern ermittelt werden. Dagegen ist eine früher vielfach an-ewendete Methode der Theilung unter allen Umständen zu verwerfen, wonach durch ine vorläufige Kalibrirung die Fehler der Zehnergrade bestimmt und dann die einzelnen rade in diesem Intervalle gleichmässig getheilt wurden. Die dabei auftretenden *pringenden* Unregelmässigkeiten in der Länge der einzelnen Grade in der Nähe der ehnerstriche machen das Thermometer zu wissenschaftlichen Untersuchungen über-aupt ungeeignet.

Nehmen wir also auch diese Forderung einer gleichmässigen Theilung als er-füllt an, so sind an die Ablesung, welche bei Stabthermometern zweckmässig in den beiden agen „Theilung vorn“ und „Theilung hinten“ erfolgt, die folgenden Korrektionen nzubringen, um wahre Temperaturen zu erhalten:

1. Reduktion auf zylindrisches Kaliber der Thermometerkapillare.
2. Reduktion auf einen äusseren Druck von 760 *mm*.
3. Reduktion auf horizontale Lage, sofern das Thermometer nicht in dieser Lage benutzt war.
4. Korrektion wegen der von 0 abweichenden Lage des Eispunktes.
5. Korrektion wegen der mit der Theiluug nicht übereinstimmenden Länge des Fundamentalabstandes (Gradwerthkorrektion).
6. Reduktion auf die Skala des Wasserstoffthermometers.

Die Grössenordnung dieser Korrektionen ist eine sehr verschiedene. Während die *Kaliberkorrektionen* beträchtliche Werthe — selbst bei guten Instrumenten bis zu 0°,3 — annehmen können, wird die Korrektion wegen *äusseren Drucks*, sobald nicht der höchste Grad der Genauigkeit angestrebt wird, häufig vernachlässigt werden dürfen. Nur bei grossen Luftdruckschwankungen — für 100 *mm* Druckunterschied ist die Grösse der Korrektion etwa 0°,015 — und wenn das Thermometer tief in eine Flüssig-keit eingetaucht ist, nimmt die Korrektion auch bei minder scharfen Messungen nennens-werthe Beträge an. Dagegen dürfte die Korrektion für *inneren Druck* — ebenfalls etwa 0°,015 für 100 *mm* Druckunterschied — stets berücksichtigt werden müssen, denn

schon bei mässig langen Instrumenten kann die Korrektion bis auf 0°,1 anwachsen. Nur wenn das Thermometer stets in derselben Lage wie bei der Siede- und Eispunktsbestimmung gebraucht wird und keine einen Theil der Kapillare ersetzende Erweiterungen enthält, ist die Korrektion zum grössten Theil in der Korrektion des Fundamentalabstandes enthalten und darf bei gewöhnlichen Bestimmungen vernachlässigt werden.

Die Grösse, um welche der *Eispunkt* von seinem Nominalwerth abweicht, ist natürlich individuell verschieden, doch muss beachtet werden, dass ausserdem die Lage des Eispunktes von der voraufgegangenen Temperatur abhängt und derselbe um so stärker „deprimirt“ wird, je höher diese Temperatur war. Diese Depression erreichte für eine voraufgegangene Temperatur von 100° gegenüber dem Eispunkt nach langer Ruhe bei den alten Thermometern aus Thüringer Glas Beträge von etwa 1°; bei Thermometern aus neueren Glassorten ist sie geringer und zwar für

Jenaer Glas 16^{III}	0°,096
- - 59^{III}	0°,035
- - 122^{III}	0°,01 bis 0°,02
Resistenz-Glas . . . . . . ca.	0°,09
Französiches *verre dur*	0°,110

Die *Gradwerthkorrektion* wechselt sehr von Instrument zu Instrument und erreicht noch bei guten Thermometern den Werth von 1°. Diese Korrektion verdient besondere Beachtung bei Thermometern mit variabler Quecksilberfüllung (z. B. den sog. Beckmann'schen Thermometern); denn beim Abwerfen eines 100° langen Quecksilberfadens verkleinert sich der Fundamentalabstand bei Thermometern aus

Jenaer Glas 16^{III}	um	1°,575
- - 59^{III}	-	1°,645
verre dur	-	1°,5[illegible]2

Ueber die Reduktion der Angaben des Quecksilberthermometers auf die *Wasserstoffskala* enthalten die später folgenden Tabellen einiges Nähere. Diese Korrektion hängt ausschliesslich von der benutzten Glassorte ab. Ihr Betrag steigt zwischen 0° und 100° bei

Jenaer Glas 16^{III}	bis	— 0°,120
- - 59^{III}	-	— 0°,038
- - 122^{III}	-	+ 0°,013
Resistenz-Glas	-	— 0°,130
verre dur	-	— 0°,107

Welcher Grad der Genauigkeit bei der Bestimmung dieser einzelnen Korrektionen anzustreben ist, hängt in erster Linie von der Beschaffenheit des Instrumentes selbst ab, zweitens ist hierfür maassgebend der Zweck, welchem das Thermometer dienen soll. Indessen ist zu berüksichtigen, dass bei der verhältnissmässig grossen Zahl der Korektionen die Fehler sich unter Umständen erheblich summiren können, und dass es daher geboten ist, um eine Dezimalstelle über die schliesslich verlangte Genauigkeit hinauszugehen. Sollen daher die Schlussresultate eine wirkliche Genauigkeit von 0°,01 besitzen, so ist es nöthig, die Korrektionen auf 0°,001 zu bestimmen und mit solcher Stellenzahl auch die Rechnung durchzuführen. Bei wissenschaftlichen Untersuchungen wird indessen häufig ein höherer Grad der Genauigkeit, von etwa 0°,001, angestrebt, und neuere Beobachtungen haben bestätigt, dass die Konstanz von Temperaturbädern bei den vollkommensten Einrichtungen diese Grenze der Ordnung nach erreichen lässt, man wird also in solchem Falle gezwungen sein, die Bestimmung der Korrektionen und ihre rechnerische Verwerthung zur Ermittelung der wahren Temperatur auf 0°,0001 durchzuführen.

In Bezug auf die Einzelheiten zur Ermittelung der Korrektionen unter 1 bis 5 muss auf Spezialwerke[1]) verwiesen werden. Dem Prinzip nach besteht die Berechnung der Korrektionen in Folgendem:

[1]) Ch. Ed. Guillaume, *Traité pratique de la thermométrie de précision*. Paris. Gauthier-Villars & fils. 1889.

J. Pernet, Thermometrie; *Winkelmann, Handbuch der Physik*. 2. 2. S. 3. Breslau, Ed. Trewendt. 1896.

J. Pernet, W. Jaeger u. E. Gumlich, Herstellung und Untersuchung der Quecksilbernormalthermometer. *Wiss. Abhandl. der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt* 1. 1894. Berlin Julius Springer; siehe auch Auszug in der *Zeitschr. f. Instrkde.* 15. S. 2. 41. 81. 117. 1895.

1. Verschieden lange Quecksilberfäden werden durch die Thermometerkapillare verschoben und ihre Länge an der Skale des Thermometers bestimmt. Die für die einzelnen Hauptstriche auf diesem Wege ermittelten Kaliberkorrektionen werden graphisch aufgetragen und daraus durch Interpolation eine Tafel der Kaliberkorrektionen aufgestellt, welche für jeden Strich denjenigen Werth in Graden enthält, durch dessen Addition die Ablesung auf diejenige reduzirt wird, welche man bei zylindrischem Kaliber erhalten haben würde.

2. Man setzt das Thermometer unter Einschluss in eine Röhre abwechselnd dem Atmosphären- und einem Unterdrucke aus und beobachtet die Standänderung für den Betrag des Unterdrucks. Eine auf Grund dieser Bestimmung aufgestellte Tabelle giebt dann diejenigen Werthe in Graden an, welche bei einem äusseren Druck zwischen etwa 700 und 800 *mm* unter Berücksichtigung ihres Vorzeichens zur Ablesung hinzuaddirt werden müssen, um diese auf einen äusseren Druck von 760 *mm* zu reduziren. Der im Augenblick der Bestimmung vorhandene Druck setzt sich zusammen aus dem Atmosphärendruck + dem Druck der Säule der das Thermometer umgebenden Substanz, gerechnet von der Mitte des Gefässes ab.

3. Den Einfluss des inneren Druckes bestimmt man in der Art, dass man bei gleichbleibender Temperatur die Standänderung des Thermometers beim Uebergang aus der vertikalen in die horizontale Lage beobachtet. Hieraus lässt sich eine etwa von Grad zu Grad fortschreitende Tabelle berechnen, aus welcher man denjenigen Werth entnehmen kann, der zur Ablesung in vertikaler Lage hinzuaddirt werden muss, um die entsprechende Ablesung in horizontaler Lage zu erhalten. (Bei Aufstellung dieser Tabelle ist für Präzisionsbeobachtungen zu berücksichtigen, dass die Dichte der drückenden Säule sich mit der Temperatur ändert.) Hat das Thermometer eine Neigung α zur Horizontalen, so ist der Tafelwerth mit $\sin \alpha$ zu multipliziren. Die Höhen werden auch in diesem Falle von der Mitte des Gefässes gerechnet.

Die Anbringung der unter 1 bis 3 genannten Tafelwerthe an die direkte Ablesung liefert die auf normale Verhältnisse bezogene „reduzirte Ablesung“.

(Fortsetzung folgt.)

Für die Praxis.

Kurvenlineal mit Maasseintheilung.

Mitgetheilt von W. Klussmann.

Das Uebertragen von Kurven gleicher Krümmung und gleicher Länge geschieht im allgemeinen so, dass man sich auf dem Kurvenlineal die beiden Endpunkte markirt und dann diese Länge auf die gewünschte Stelle des Zeichenpapiers durch Nachziehen am Lineal überträgt; bei symmetrisch liegenden Kurven muss man diese Punkte erst noch auf die zweite Seite des Lineals übertragen. Ist ein Kurvenlineal längere Zeit im Gebrauch, so werden sich so viele Striche auf ihm befinden, dass die neu aufgebrachten Marken sehr schwer wiederzufinden sind.

Herrn F. Bock, Lehrer für Maschinenkunde an der Königl. Industrieschule zu Nürnberg, ist jüngst ein Kurvenlineal durch D. R. G. M 64 652 geschützt worden, auf dem beiderseitig an den Krümmungen entlang eine Millimetertheilung angebracht ist. Die Theilung der einen Seite ist genau das Spiegelbild der anderen, und die einander entsprechenden Punkte tragen die gleiche Bezifferung. Mit diesem Lineal ist man leicht im Stande, gleiche Kurven, wie solche z. B. bei Zahnradkonstruktionen besonders viel vorkommen, zu übertragen oder symmetrische zu zeichnen. Gleichzeitig ist das Lineal auch dazu geeignet, die Länge der Kurve zu bestimmen.

Das vorliegende Lineal ist durch Aufkleben zweier durchsichtiger Zelluloïdplatten auf ein mit der Theilung bedrucktes Kartonblatt hergestellt, sodass die Theilung vor Beschädigungen vollständig geschützt ist. Es sollen jedoch demnächst auch Lineale aus Holz hergestellt werden.

Diese Kurvenlineale sind vom Mechaniker Anton Thoma in Augsburg (Schlachthausgasse C 193) zu beziehen; der Preis beträgt 0,60 bis 1,20 *M.*

Intensiv-Rührer

nach Hermann Schultze.
D. R. G. M. Nr. 67 273.
Nach einem Prospekte und *Ber. d. Deutsch. chem. Ges.* ***29.*** *S. 2883. 1896.*

An dem oberen Ende eines Glasstabes befinden sich zwei hohle Glasklöppel, die an einem starken Iridiumplatin-Draht drehbar aufgehängt sind. Sobald dieselben in die Flüssigkeit eintauchen, werden sie durch den Auftrieb gehoben und in horizontaler Lage festgehalten. Da sie ausserhalb der Flüssigkeit senkrecht herunterhängen, lässt sich der Rührer in alle Gefässe bequem einführen.

Die Wirkung des Rührers ist überaus günstig und am intensivsten bei Rundkolben. Mit einer Rabe'schen Turbine bei etwa 3.5 *Atm.* Wasserdruck betrieben brachte der Rührer 1,5 *l* Wasser und 200 *g* Benzol zu einer so innigen Emulsion, dass das Gemisch sich nach 6 Stunden noch nicht vollständig geklärt hatte, während bei Verwendung anderer Rührer die Klärung bereits nach 10 bis 15 Minuten eingetreten war.



Von besonderem Vortheil im Vergleich zu älteren Konstruktionen erweist sich der Rührer dann, wenn das Flüssigkeitsniveau niedrig ist, wenn durch ausgeschiedenen Niederschlag die Flüssigkeit breiig wird, wenn es, wie beim Zutropfen, auf eine lebhafte Bewegung der Oberfläche ankommt, oder wenn ein auf Wasser schwimmendes Oel zur Emulsion gebracht werden soll.

Der Rührer ist von C. Gerhardt, Marquardt's Lager chemischer Utensilien in Bonn a. Rh., zu beziehen; sein Preis beträgt 4,50 *M.*; er ist etwa 40 *cm* lang, wird aber in jeder gewünschten Länge geliefert.

Behandlung des Hartgummis als Isolirmaterial.

Von H. Kuhfahl.

Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterr. ***10.*** *S. 148. 1897.*

Die Oberfläche von Hartgummi unterliegt da, wo sie vom Licht getroffen wird, einer Veränderung und überzieht sich, wie man dies leicht durch Berühren mit der Zunge feststellen kann, mit einer feuchten saueren Schicht, welche das Isolationsvermögen stark herabsetzt. Durch Erwärmen wird diesem Uebelstande kaum abgeholfen, denn es bildet sich in feuchter Luft doch sehr bald wieder ein Niederschlag. Verf. empfiehlt daher, das Hartgummi nach dem Bearbeiten einige Minuten in geschmolzenes Hartparaffin zu legen und nach dem Herausnehmen mit Fliesspapier leicht abzutrocknen. Diese Methode hat sich für elektrostatische Apparate, bei denen Verf. sie probirt hat, sehr gut bewährt. *Klssm.*

Neues Isolirmaterial.

Engl. Mech. ***65.*** *S. 336. 1897.*

In der Zubereitung des Asbests zwecks Verwendung als Isolirmaterial hat J. F. Green, Generaldirektor der *Asbestos Insulation Cy* in Baltimore, Md., eine beachtenswerthe Verbesserung erfunden. Der Asbest des Handels enthält eine relativ sehr grosse Menge von Metalloxyden, vornehmlich von Eisen, welche sein Isolationsvermögen stark herabdrücken. Es ist nunmehr nach langen und schwierigen Versuchen gelungen, aus dem rohen Asbest diese Oxyde herauszuziehen, die Eisenoxyde durch magnetische Scheidung zu entfernen. Aus dem hierdurch fast vollkommen reinen Material werden sowohl Tafeln als auch Papier hergestellt; als Zwischenlage wird (jedenfalls der Billigkeit wegen) ein Papier aus gewöhnlichen vegetabilischen Fasern benutzt, welches beiderseits mit der Asbestfaser bedeckt ist. Tafeln dieses Papiers von 0,2 *mm* Dicke haben einer Wechselstromspannung von 2000 *Volt* widerstanden, ohne dass ein Durchschlagen erfolgte. Durch Zusammenpressen von einer Anzahl Blätter dieses Papieres werden Tafeln hergestellt, welche sehr hohen Widerstand haben und leichter sind, als solche aus der gewöhnlichen Zusammenmischung von Asbest und Gummi. *Klssm.*

Vereins- und Personen-Nachrichten.

Zweigverein Berlin. Sitzung vom 4. Mai 1897. Vorsitzender: Herr W. Handke.

Das Protokoll der letzten Sitzung wird genehmigt; der Vorsitzende theilt mit, dass Herr Prof. Dr. Westphal erkrankt ist und dass in Folge dessen die auf der Tagesordnung befindlichen Mittheilungen über die Weltausstellung in Paris ausfallen müssen.

Herr Pensky berichtet über ein in Philadelphia gegründetes Handelsmuseum. Für dasselbe steht eine Fläche von etwa 180 *a* zur Verfügung, wobei noch auf eine etwaige Vergrösserung Bedacht genommen ist; vorläufig sollen rund 300 000 *M.* aufgewendet werden; die Leitung des Instituts liegt in den Händen eines Aufsichtsrathes, dem auch staatliche und städtische hohe Beamte angehören; das Museum wird Rohprodukte, Halb- und Ganzfabrikate aus der ganzen Welt vorführen und so dem Importeur Anregungen und durch Auskunftsertheilung auch Anleitungen für seine Thätigkeit geben; es wird ferner eine Prüfungsanstalt und eine Handelsbibliothek eingerichtet werden. Der Berichterstatter empfiehlt eine vorsichtige, aber entgegenkommende Haltung, damit die deutsche Präzisionstechnik in die Lage komme, auch für

sich Vortheile aus dieser Veranstaltung zu ziehen. — Diese Auffassung, gegen welche aus der Versammlung auch einige ablehnende Meinungen geäussert werden, wird im Allgemeinen von den Anwesenden gebilligt.

Technische Mittheilungen: Herr Stückrath empfiehlt die Verwendung von Messschrauben an den Supporten und giebt hierdurch Veranlassung zur eingehenden Besprechung der verschiedenen Methoden, solche Schrauben anzubringen. Herr Görs zeigt eine Vorrichtung für die Patronenbank, um Gewinde zwischen Spitzen zu schneiden, Herr Handke führt einen Apparat vor, um Schraubengänge ohne Leitspindel und Zahnräder, sowie überhaupt beliebige Kurven auf Zylinder aufzubringen. (Ausführliche Beschreibungen folgen in den nächsten Nummern des Vereinsblattes.)

Der Vorstand hat beschlossen, im Laufe des Sommers einen Ausflug mit Damen zu veranstalten.

Aufgenommen werden die Herren Prof. Dr. H. du Bois, H. Remané, Dr. O. Schönrock, Prof. Dr. Szymański. *Bl.*

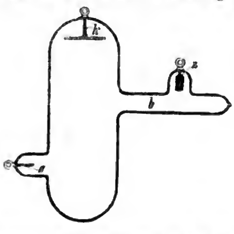
Die Herren **Dr. W. Jaeger** und **Dr. E. Brodhun,** Mitglieder bei der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, sind zu Kais. Professoren, die Herren **Dr. Scheel, Dr. Liebenthal** und **Grützmacher,** bisher Assistenten bei dem genannten Institut, zu Technischen Hülfsarbeitern ernannt worden. (Herr Dr. Brodhun war bis Juli 1893 Geschäftsführer der D. G. und Redakteur dieser Zeitschrift.)

Patentschau.

Photographisches Objektiv. Voigtländer & Sohn in Braunschweig. 22. 5. 1895 Nr. 90 482. Kl. 57.

Das Objektiv ist aus dem durch Patent Nr. 88 505 geschützten dadurch entstanden, dass der mittlere positive Meniskus anstatt von einer Bikonvex- von einer Bikonkavlinse mit einem positiven und einem negativen Meniskus eingeschlossen wird. Dadurch soll eine vollkommene Korrektion der sphärischen Abweichung ermöglicht werden.

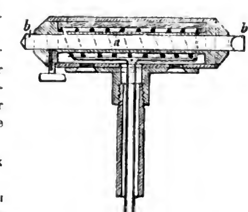
Hittorf'sche Röhre mit Vorrichtung zur Entluftung nach dem Malignani'schen Verfahren. Siemens & Halske in Berlin. 24. 3. 1896. Nr. 91 028. Kl. 42.



An einer gewöhnlichen Hittorf'schen Röhre mit der Anode *a* und der Kathode *k* ist eine Ausbauchung *b* angeblasen, enthaltend eine zweite Kathode *z* in deren Wirkungsbereich sich ein unter Einfluss der Stromentladung sich mit der Luft verbindender Körper, beispielsweise amorpher Phosphor, Arsenik, Schwefel, Jod etc., befindet. Die Röhre ist vollständig luftleer gemacht und wird wie gewöhnlich in Betrieb gesetzt, indem die Elektroden *a* und *k* mit den Polen des Induktoriums verbunden werden. Macht sich eine Verminderung des Vakuums bemerkbar, so wird der an *k* gelegte Pol an *z* geschaltet; die in dem Wirkungsbereich dieser Kathode befindlichen Substanzen erzeugen alsdann unter Einwirkung der Entladung nach dem Malignani'schen Verfahren durch Bildung eines Niederschlages eine vollständige Luftleere.

Man kann die Röhre auch fortgesetzt luftleer erhalten, wenn man unter Benutzung geeigneter Regulirwiderstände die Kathode *z* dauernd zu *k* parallel schaltet.

Elektrisch beheizter Löthkolben. M. Haas in Aue, Erzgebirge. 23. 6. 1895. Nr. 90 251. Kl. 49.



Der Kolben besitzt den röhrenförmigen Heizkörper *a*, welcher quer zum Griffe angeordnet ist und in seiner Höhlung als eigentlichen Kolben ein auswechselbares, stab- bezw. stangenförmiges Metallstück *b* aufnimmt, sodass er an jedem Ende eine Schneide bezw. zwei verschiedenartige Schneiden besitzen kann.

Mikrophon mit lose aufgehängten Kohlenringen. R. Stock & Co. in Berlin. 12. 9. 1895. Nr. 90 424. Kl. 21.

Auf zwei in Ebonitklötzen gelagerten Kohlenwalzen sind je sechs Kohlenringe aufgehängt, welche die leitende

Membran berühren. Der Strom führt von der einen Kohlenwalze weiter über die sechs parallel geschalteten Ringe zur Membran und von dieser in Hintereinanderschaltung über die zweite Serie Kohlenringe zur zweiten Kohlenwalze. Beim Schwingen der Membran sollen die Ringe gedreht werden und dadurch stets neue Stromschlussstellen zum Anliegen kommen.

Wechselstromzähler. The Westinghouse Electric Company Limited in Westminster, England. 1. 1. 1895. Nr. 90 554. Kl. 21.

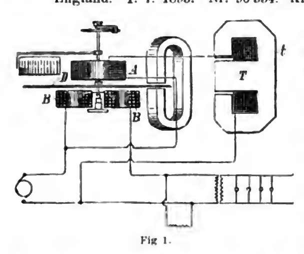


Fig 1.

Die Spulen A B des nach Ferraris'schen Prinzip konstruirten Zählers haben 90° Phasenverschiebung; sie sind hier derart zu beiden Seiten der Ankerscheibe D gelagert, dass ein Theil der das Innere der einen Spule durchsetzenden Kraftlinien auch durch den Hohlraum der anderen Spule hindurchgeht. Um den Apparat einzustellen, besitzt der eine der Wechselstrommagnete einen verstellbaren Eisenkern a (Fig. 2). Ferner ist in die Nebenschlussleitung eine Induktionsrolle T eingeschaltet, deren Magnetfeld durch Ausstanzung der Eisenplatten t eine Unterbrechung besitzt, um zu bewirken, dass der Nebenschlussstrom stets proportional mit der elektromotorischen Kraft variirt. Bei Mehrphasenstromnetzen werden die Wechselstrommagnete B hinter einander in die eine Leitung und die anderen Magnetspulen A parallel zu den anderen Leitungen geschaltet, um die erforderliche Phasenverschiebung von 90° zu erhalten.

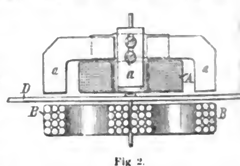


Fig 2.

Patentliste.

Bis zum 31. Mai 1897.

Anmeldungen.

Klasse:

21. R. 10 898. Galvanische Batterie mit Luftdepolarisation. H. E. de Rufz de Lavison, Paris. 10. 2. 97.

E. 5254. Elektrometer mit Kompensirung der elektrostatischen Kräfte durch Stromspulen oder Magnete. Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vorm. Schuckert & Co., Nürnberg. 8. 2. 97.

S. 9516. Stufenschalter für elektrische Widerstände. Siemens & Halske, Berlin. 4. 6. 96.

42. L. 10 714. Stroboskop. A. u. L. Lumière, Lyon-Montplaisir. 16. 9. 96.

57. Nr. 18 178. Einstellvorrichtung für Reflex-Kameras. L. J. R. Holst, Amsterdam. 7. 1. 97.

H. 18 244. Wechselkassette mit ausziehbarem Magazin. A. Hurst, Paris. 23. 1. 97.

67. K. 15 003. Kugelschleifmaschine. J. G. Kayser, Nürnberg-Glaishammer. 15. 3. 97.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 93 067. Kohlengries-Mikrophon. J. O. Zwarg, Freiberg i. S. 24. 7. 96.

Nr. 93 069. Elektrizitätszähler mit unter dem Einfluss permanenter Magnete in Quecksilber rotirender Ankerscheibe. G. Hookham, Birmingham, Engl. 1. 9. 96.

Nr. 93 071. Mit Sanduhren versehener Registrirapparat für Telephongespräche. H. Kratschmer u. M. Singer, Wien. 29. 10. 96.

42. Nr. 93 091. Schublehre mit Ritzvorrichtung zum Abtragen von Maassen. E. Schmidt, Wondollek b. Hinter-Pogobien, O.-P. 16. 8. 96.

Nr. 93 152. Verfahren und Vorrichtung zur Regelung von Temperaturen. A. Schwabe, Berlin. 30. 8. 96.

49. Nr. 93 053. Einrichtung zum Wechseln des Drehganges mit einem Gewindegang für Leitspindel-Drehbänke. Bernhard Fischer & Winsch, Dresden. 24. 3. 96.

Nr. 93 160. Maschine zum selbständigen Herstellung von Stirnrädern mit geraden und spiralgewundenen Zähnen. F. Gildemeister, Bielefeld. 3. 1. 96.

57. Nr. 93 190. Schnellseher mit spiralig auf eine Trommel aufgewickeltem Bildstreifen. Aktiengesellschaft S. Bergmann & Co., Berlin. 17. 3. 96.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 13. **1. Juli.** **1897.**

Ueber die Benutzung der Quecksilberthermometer zu exakten Temperaturmessungen.

Von Dr. **Karl Scheel** in Charlottenburg.

(Fortsetzung.)

4. Nach der von Pernet aufgestellten Definition gehört zu jeder Temperatur derjenige Eispunkt, welcher *unmittelbar* nach der Temperaturbeobachtung bestimmt wird. Am zweckmässigsten ermittelt man denselben in feingeschabtem Eise, welches mit destillirtem Wasser zu einem Brei gemischt ist; diese breiige Konsistenz hat den Vorzug, dass wärmere Luftströmungen das Thermometergefäss nicht umspülen können und dass durch die alle Zwischenräume des Eises erfüllende Wassersäule alle Daten zur Berechnung des äusseren Druckes in exakter Weise gegeben sind. — Besondere Sorgfalt ist auf die Freihaltung des Eises von Salzen zu verwenden. Da die im Eise hauptsächlich auftretenden Verunreinigungen Chlorsalze sind, so genügt in den meisten Fällen die Untersuchung des Schmelzwassers durch Hinzusetzen einiger Tropfen einer Silbernitratlösung, da hierdurch bei Gegenwart auch nur einer Spur eines Chlorsalzes ein weisser Niederschlag oder doch eine Trübung durch Chlorsilber hervorgerufen wird.

Auch der so bestimmte Eispunkt muss durch die aus den Tafeln zu entnehmenden Korrektionen 1 bis 3 auf normale Verhältnisse reduzirt werden. Die Subtraktion des so erhaltenen reduzirten Eispunktes von der reduzirten Ablesung liefert alsdann die „rohe" Temperatur, ausgedrückt in mittleren Intervallen.

Ist die Möglichkeit ausgeschlossen, nach jeder Temperatur den Eispunkt zu bestimmen, so genügt es, aus einigen Beobachtungen desselben die übrigen mit Hülfe der auf der nächsten Seite folgenden Tabellen[1]) zu interpoliren, welche für die in Deutschland gebräuchlichen Glassorten, Jenaer Glas 16^{III} und 59^{III}, die bekanntlich mit jeder Temperaturerhöhung verbundene Eispunktserniedrigung (Depression) darstellen. Indessen ist zu beachten, dass diese Tabellen beim Uebergang von höheren zu niederen Temperaturen nicht ohne weiteres benutzbar sind, weil ein Thermometer die bei höherer Temperatur erhaltene Depression nur langsam verliert.

5. Zur Ermittelung des Fundamentalabstandes beobachtet man den Stand des Thermometers im Wasserdampf und bestimmt unmittelbar darauf nach 4. den Eispunkt; beide Ablesungen sind mit den Korrektionen 1 bis 3 zu verbessern. In Verbindung mit der wahren Temperatur, welche sich bei Kenntniss des Luftdrucks aus einer von Herrn H. F. Wiebe auf Grund neuerer von ihm in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt angestellten Versuche berechneten Tafel[2]) entnehmen lässt, kann man eine Tabelle aufstellen, deren Werthe zu den rohen Temperaturen hinzuaddirt werden müssen, um wahre Temperaturen zu erhalten.

6. Zur Reduktion der nach 5. in der Skala der Quecksilberthermometer ausgedrückten wahren Temperaturen auf Temperaturen in der Skala des international als gültig angenommenen Wasserstoffthermometers dienen Tabellen, deren Werthe auf Grund besonderer Untersuchungen ermittelt sind. Für die beiden Jenaer Gläser 16^{III}

---

[1]) Die Tabellen sind berechnet nach *Wiss. Abhandl. d. Phys.-Techn. Reichsanst.* **2.** *S. 169. 1895:* Untersuchungen über die thermische Ausdehnung von festen und tropfbar flüssigen Körpern, ausgeführt von M. Thiesen, K. Scheel u. L. Sell, mitgetheilt von M. Thiesen; siehe auch Auszug in d. *Zeitschr. f. Instrkde.* **16.** *S. 58. 1896.*

[2]) H. F. Wiebe, Tafeln über die Spannkraft des Wasserdampfes zwischen 76° und 101°,5. Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn. 1894.

Eispunktsdepression der Thermometer aus Jenaer Glas 16^{III}
Einheit 0°,001

Grad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	1	1	2	3	3	4	5	5	6
10	7	8	8	9	10	10	11	12	13	13
20	14	15	16	17	17	18	19	20	21	21
30	22	23	24	25	26	27	27	28	29	30
40	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39
50	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
60	50	51	52	53	54	55	56	57	58	60
70	61	62	63	64	65	66	67	68	69	71
80	72	73	74	75	76	78	79	80	81	82
90	83	85	86	87	88	90	91	92	93	95
100	96									

Eispunktsdepression der Thermometer aus Jenaer Glas 59^{III}
Einheit 0°,001

Grad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	1	1	2	2	3	3	4	4
10	5	5	6	6	7	7	8	8	8	9
20	9	10	10	11	11	11	12	12	13	13
30	14	14	14	15	15	15	16	16	17	17
40	17	18	18	19	19	19	20	20	20	21
50	21	21	22	22	22	23	23	23	24	24
60	24	25	25	25	26	26	26	27	27	27
70	27	28	28	28	29	29	29	29	30	30
80	30	30	31	31	31	31	32	32	32	32
90	33	33	33	33	34	34	34	34	34	35
100	35									

und 59^{III} sind diese Korrektionen zwischen 0° und 100° fast durchweg negativ (abgesehen vom Glas 59^{III} in der Nähe von 100°), d. h. die in der Skala des Wasserstoffthermometers gemessene Temperatur ist in diesem Intervall im Allgemeinen niedriger als die in der Temperatur des Quecksilberthermometers gemessene.

Für die beiden Jenaer Gläser 16^{III} und 59^{III} mögen die Tabellen hier Platz finden. Dieselben sind berechnet[1]) nach zwei im II. Band der Wissenschaftlichen Abhandlungen der Phys.-Techn. Reichsanstalt[2]) veröffentlichten Formeln, in Verbindung mit den von Chappuis für das französische *verre dur* gefundenen Reduktionen auf das Wasserstoffthermometer[3]). Dabei ist jedoch zu bemerken, dass die Tabellen streng genommen nur für solche Thermometer gelten, bei welchen die Skala und die Kapillare aus demselben Glase gefertigt sind, eine Bedingung, welche bei Stabthermometern erfüllt ist. Bei Einschlussthermometern besitzt die Milchglasskala häufig eine ganz andere thermische Ausdehnung als die Kapillare, woraus dann Verbesserungen der angeführten Werthe je nach der individuellen Beschaffenheit der Thermometer bis zu 0°,01 und darüber resultiren.[4])

1) Karl Scheel, Tafeln zur Reduktion der Ablesungen an Quecksilberthermometern aus *verre dur* und den Jenaer Gläsern 16^{III} und 59^{III} auf die Wasserstoffskala. *Zeitschr. f. Glasinstrumentenindustrie 5. S. 45. 1896; Wied. Ann. 58. S. 168. 1896.*

2) Thermometrische Arbeiten, betreffend die Vergleichung von Quecksilberthermometern unter einander, ausgeführt von M. Thiesen, K. Scheel, L. Sell, mitgetheilt von M. Thiesen *Wiss. Abh. d. P. T. R. 2. S. 39. 1895;* siehe auch *Zeitschrift für Instrkde. 15. S. 437 u. 438. 1895*

3) *Trav. et Mém. du Bureau International des Poids et Mesures 6. S. 116. 1888.*

4) Vergl. M. Thiesen, Vergleichungen von Quecksilberthermometern; *Metronomische Beiträge der Kais. Normal-Aichungs-Komm. 3. S. 5 u. 6. 1881* und J. Pernet, Thermometrie *a. a. O. S. 35.*

$t_{Wasserstoff} - t_{16^{III}}$ Einheit 0°,001

Grad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	— 7	— 13	— 19	— 25	— 31	— 36	— 42	— 47	— 51
10	— 56	— 61	— 65	— 69	— 73	— 77	— 80	— 84	— 87	— 90
20	— 93	— 96	— 98	—101	—103	—105	—107	—109	—110	—112
30	—113	—114	—115	—116	—117	—119	—119	—119	—119	—120
40	—120	—120	—120	—120	—119	—119	—118	—118	—117	—116
50	—116	—115	—114	—113	—111	—110	—109	—107	—106	—104
60	—103	—101	— 99	— 97	— 96	— 94	— 92	— 90	— 87	— 85
70	— 83	— 81	— 78	— 76	— 74	— 71	— 69	— 66	— 64	— 61
80	— 58	— 56	— 53	— 50	— 48	— 45	— 42	— 39	— 36	— 33
90	— 30	— 27	— 24	— 21	— 18	— 15	— 12	— 9	— 6	— 3
100	— 0									

$t_{Wasserstoff} - t_{59^{III}}$ Einheit 0°,001

Grad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	—3	— 6	— 9	—11	—14	—16	—18	—20	—22
10	—24	—25	—27	—28	—30	—31	—32	—33	—34	—35
20	—35	—36	—36	—37	—37	—37	—38	—38	—38	—38
30	—38	—37	—37	—37	—37	—36	—36	—35	—35	—34
40	—34	—33	—32	—32	—31	—30	—29	—28	—28	—27
50	—26	—25	—24	—23	—22	—21	—20	—19	—18	—17
60	—16	—15	—15	—14	—13	—12	—11	—10	— 9	— 8
70	— 8	— 7	— 6	— 5	— 5	— 4	— 3	— 3	— 2	— 1
80	— 1	— 1	0	0	+ 1	+ 1	+ 1	+ 3	+ 2	+ 2
90	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 2	+ 1	+ 1	+ 1	0
100	0									

Beispiel.

Als Beispiel diene das der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt gehörende Thermometer 203 aus Jenaer Glas 59^{III}, dessen Tabellen in den *Wiss. Abh. der P. T. R. 2. S. 60 bis 63. 1895* veröffentlicht sind. — Die Konstanten des Instruments sind:

Entfernung der Gefässmitte bis 0 . . . . 63 *mm*
Länge eines Grades . . . . 5,80 -
Standänderung der Kuppe bei Variation des
äusseren Druckes um 1 *mm* . . . . . . 0°,000 136 9
inneren „ „ „ „ . . . . 0°,000 152 3
Gradwerthkorrektion für 100 Grad . . . +0°,059 2.

Das Thermometer sei vertikal beobachtet in einem Wasserbade, dessen Niveau sich 400 *mm* = 29,4 *mm* Quecksilber über der Mitte des Gefässes befindet. Die Ablesung sei 45,036. Der Luftdruck zur Zeit der Beobachtung, bezogen auf 45° Breite und das Niveau des Meeres, sei 755 *mm*. Der äussere Gesammtdruck ist demnach 755 + 29,4 = 784,4 *mm*.

Die drückende Säule im Innern ist bei 45°,03 gleich 63 + 45,03 × 5,80 = 324 *mm*; auf 0° reduzirt würde dies einer Länge von etwa 322 *mm* entsprechen.

Der Eispunkt des Thermometers sei vor der Beobachtung bei 45° unmittelbar nach einer Temperatur von 35° zu — 0,011 bestimmt. Der äussere Druck beträgt 63 *mm* Wasser = 4,6 *mm* Quecksilber; der Luftdruck sei bei dieser Bestimmung 740 *mm* gewesen, so ist der gesammte äussere Druck 744,6 *mm*. — Der innere Druck beträgt, da der Eispunkt in vertikaler Lage gewonnen ist, 63 *mm* Quecksilber.

Die Berechnung ist dann folgende:

Ablesung	45,036
Kaliberkorrektion	−0,310
Korrektion wegen äusseren Drucks (760 — 784) × 0,000 1369 =	−0,003
„ „ inneren „ 322 × 0,000 1523 =	+0,049
Reduzirte Ablesung	44,772

Eispunkt: Ablesung	−0,011
Kaliberkorrektion	+0,000
Korr. wegen äusseren Drucks (760 — 744,6) × 0,000 1369 =	+0,002
„ „ inneren „ 63 × 0,000 1523 =	+0,010
Reduzirte Ablesung	+0,001

Dieser Eispunkt gilt für eine voraufgegangene Temperatur von 30°, für eine voraufgegangene Temperatur von 44°,77 liegt, wie aus der Tabelle ersichtlich, der Eispunkt um 0,019 — 0,014 = 0,005 tiefer. Also gehört zur vorliegenden Beobachtung der Eispunkt −0,004

demnach rohe Temperatur	44,776
Korrektion wegen Fundamentalabstand $\frac{44{,}78 \times 0{,}0592}{100}$	+0,027
somit Temperatur in der Skala des Thermometers aus Glas 59^{III} . .	44,803
Reduktion auf die Wasserstoffskala . . .	−0,030
demnach endlich: Temperatur gemessen in der Wasserstoffskala . .	44°,773

(Schluss folgt.)

Vereins- und Personen-Nachrichten.

In die D. G. f. M. u. O. ist aufgenommen:

Hr. Karl Weiss, Rechtsanwalt und Notar, Lauban.

Mitgliederverzeichniss.

In der ersten Hälfte des laufenden Jahres sind folgende Herren eingetreten:

1. M. Beckel (Zwgv. Hamb.-Alt.), 2. Prof. Dr. H. du Bois (Zwgv. Berl.), 3. G. Coradi (Hptv.), 4. H. Remané (Zwgv. Berl.), 5. Dr. O. Schönrock (Zwgv. Berl.), 6. Prof. Dr. P. Szymański (Zwgv. Berl.), 7. K. A. Walter (Zwgv. Hmb.-Alt.), 8. R.-A. K. Weiss (Hptv.).

VIII. Deutscher Mechanikertag

zu Braunschweig, 17. bis 19. September 1897.

Den Ortsausschuss bilden die Herren: O. Günther, Dr. Kaempfer, Dr. Miethe, L. Müller-Unkel, Fr. v. Voigtländer.

D. G. f. M. u. O. Zweigverein Hamburg-Altona.

Am 22. Juni unternahmen die Mitglieder des Vereins mit ihren Damen, vom herrlichsten Wetter begünstigt, einen Ausflug nach dem lieblich an der Bille im Sachsenwalde gelegenen Reinbeck. Schnell verflossen die Stunden mit Spaziergängen im Walde, Preisspielen und einem zwanglosen Tänzchen. Bei dem Mahle, welches die Theilnehmer vereinigte, wurden manche heiteren Reden gehalten, aus denen dem aufmerksamen Hörer die Empfindung herausklang, dass sich um die Kollegen ein herzliches Band des Einverständnisses geschlungen hat. Die Begeisterung erreichte ihren Höhepunkt beim Singen eines Festliedes, welches von einem hochverehrten älteren Mitgliede dem Verein gewidmet worden war. *H. K.*

Alvan G. Clark †.

Am 9. v. M. starb zu Cambridge Mass. in Folge eines Schlagflusses einer der bedeutendsten praktischen Optiker der Gegenwart, Alvan G. Clark. Bis in die jüngste Zeit hinein waren die Astronomen für Objektive von grossem Durchmesser auf seine Thätigkeit angewiesen, und wir verdanken ihm solche in grosser Zahl und anerkannter Vorzüglichkeit.

Die von Alvan Clark geleitete Werkstatt, in der nicht nur die Linsen, sondern die vollständigen Fernrohre hergestellt werden, war von seinem Vater, dessen Bild wir auf S. 101 bringen, gegründet. Der ältere Clark war ursprünglich Landschaftsmaler in Boston; in auskömmlichen Verhältnissen lebend konnte er seiner Neigung für Astronomie und astronomischen Instrumente folgen und in vorgeschrittenerem Lebensalter jene Werkstatt gründen, die seiner einsichtsvollen Thätigkeit den Anfang ihres Weltrufes verdankt. Ihm folgte

zunächst sein älterer Sohn und diesem der jetzt verstorbene jüngere, der bekannteste von den drei Clark's, wenn ihm auch die beiden anderen an Tüchtigkeit und Fähigkeiten keineswegs nachstanden.





Ueber die Methode, welche in der Clark'schen Werkstatt bei Herstellung grosser Objektive angewandt wurde, hat Hr. Prof. Dr. Leman im *Vereinsblatt 1894. S. 178* ausführliche und kritische Mittheilungen gemacht. Es sei nur kurz daran erinnert, dass das Verfahren ein rein empirisches ist, bei welchem die an der grossen, nach einem kleineren Muster gefertigten Linse sich zeigenden Fehler beseitigt werden. Diejenigen Fachmänner, welche i. J. 1893 Amerika anlässlich der Chicagoer Weltausstellung bereisten, rühmen das liebenswürdige und offene Entgegenkommen, das Alvan Clark, dessen Züge unser zweites Bild[1]) wiedergiebt, ihnen bei Besichtigung seiner Werkstatt und überhaupt während ihres Aufenthalts in Amerika gezeigt hat.

Ob die Clark'sche Werkstatt im alten Sinne weitergeführt werden wird, ist noch ungewiss. In Amerika selbst ist ihr mit Bezug auf Herstellung grosser Linsen ein starker Rivale in J. A. Brashear erstanden, der theoretische und praktische Befähigung in sehr hohem Maasse vereinigt. Auch in Deutschland geht man jetzt, wie die vorjährige Berliner Ausstellung gezeigt hat, ohne Zagen an die früher scheu gemiedene Aufgabe der Anfertigung von gewaltigen Objektiven und Fernrohren heran, und es ist sicher zu hoffen, dass wir hier in gleicher Weise erfolgreich sein werden, wie es der heimischen Kunst gelungen ist, die Herstellung der nöthigen grossen Glasplatten, bisher eine Sache des Zufalls und Glücks, in geordnete Bahnen zu lenken.

[1]) Die beiden Bilder verdanken wir der Freundlichkeit unseres Mitgliedes Hr. G. Fecker in Cleveland, welcher der Red. vor längerer Zeit das Januarheft des *Metropolitan Mag. 3. 1897* (New-York), enthaltend eine kurze, illustrirte Beschreibung der Clark'schen Werkstatt, zusandte. *Die Red.*

Hofrath Prof. Dr. **Remigius Fresenius**, einer der bekanntesten deutschen Chemiker, ist im Alter von 80 Jahren zu Wiesbaden gestorben.

Die Herren Dr. **Ginzel** und **Berberich**, bisher wissenschaftliche Hülfsarbeiter am Astronomischen Recheninstitute zu Berlin, sind zu ständigen Mitarbeitern an diesem Institute ernannt worden.

Kleinere Mittheilungen.

Internationale Vereinigung für gewerblichen Rechtsschutz[1]).

Das stete Anwachsen der internationalen Beziehungen insbesondere auf den Gebieten der Industrie und des Handels hat das Bedürfniss nach einem internationalen Schutz der Erfindungen, Marken, Waarenzeichen, Muster und Modelle hervorgerufen. Die Folge davon ist eine Reihe von Verträgen gewesen, welche zum Theil nur zwischen je zwei Staaten geschlossen wurden, während vor allem ein Vertrag zu erwähnen ist, welcher durch die Pariser Konvention von 1883, ausgedehnt in der Madrider Konferenz von 1891, geschaffen

[1]) Eingesandt vom Sekretär der Vereinigung, für Deutschland, Hrn. M. Mintz.

wurde. Dieser Konvention gehören ausser einigen kleineren Staaten Belgien, Dänemark, Spanien, die Vereinigten Staaten, Frankreich, Grossbritannien, Italien, Norwegen, die Niederlande, Portugal, Schweden und die Schweiz an. Die Erfahrungen, welche man mit dieser Konvention gemacht hat, haben dargethan, dass einerseits auch noch der Anschluss der Staaten, die zur Zeit ausserhalb der Konvention stehen, wünschenswerth wäre, und dass andererseits die Bestimmungen der Konvention selbst noch an manchen Stellen einer Abänderung bedürfen.

Diese Erwägungen haben die Anregung zur Bildung einer internationalen Vereinigung von Fachleuten und Interessenten aller Länder gegeben. Die Konstituirung dieser Vereinigung hat am 8. und 9. Mai d. J. stattgefunden; der deutsche Ausschuss besteht aus den Herren C. Fehlert, Dr. Edwin Katz, Dr. C. A. Martius, Dr. Osterrieth, Direktor von Schütz, Ingenieur M. Mintz.

Das Bestreben dieser internationalen Vereinigung für gewerblichen Rechtsschutz wird es sein, einen einheitlichen Ausbau der einschlägigen Gesetzgebungen in den einzelnen Ländern sowie die Erweiterung der schon bestehenden Verträge zum Schutz des gewerblichen Eigenthums zu fördern, um einen wirksamen gewerblichen Rechtsschutz auf internationaler Basis zu schaffen.

Hierbei sollen nicht allein die Fragen des Erfindungsschutzes, der Patente, Gebrauchsmuster, des Marken- und Musterschutzes, der Waarenzeichen, Muster, Modelle, behandelt werden, sondern auch die Regelung des Schutzes gegen unlauteren Wettbewerb und die Frage der Herkunftsbezeichnungen erörtert werden.

Als erste Kundgebung der neugegründeten Vereinigung ist für die ersten Tage des Monats Oktober ein Kongress in Wien beschlossen worden, dessen Tagesordnung nachstehend angeführt sei:

Die internationale Staatenunion für den Schutz des gewerblichen Eigenthums. Prüfung der Pariser Konvention und des Madrider Protokolls, sowie ihrer Wirkungen. Welche Aenderungen sind auf Grund der gemachten Erfahrungen für Handel und Industrie zu empfehlen?

Spezielle Behandlung sollen folgende Gegenstände finden:

a) die Marke und deren internationale Eintragung;
b) der Musterschutz und seine internationale Bedeutung;
c) der Erfindungsschutz;
d) Herkunftsbezeichnung;
e) der unlautere Wettbewerb *(concurrence déloyale)*.

Statutengemäss hat jedes Mitglied der Vereinigung zu den Kongressen Zutritt und somit die Gelegenheit, seinen Beschwerden und Wünschen Ausdruck zu verleihen, was zur Folge hat, dass die Berathungen dieser Kongresse thatsächlich ein Bild der internationalen Bedürfnisse darbieten werden.

Es bedarf wohl keiner weiteren Ausführungen, dass eine möglichst zahlreiche Betheiligung an dieser Vereinigung aus allen Kreisen der Industrie von wesentlicher Bedeutung für die Entwickelung und Festigung unserer Stellung auf dem internationalen Markte ist.

Zur Ertheilung weiterer Auskünfte, sowie zur Entgegennahme von Beitrittserklärungen ist der Sekretär für Deutschland der Internationalen Vereinigung für gewerblichen Rechtsschutz, Herr M. Mintz, Ingenieur und Patentanwalt, Berlin W., Unter den Linden 11 gern bereit.

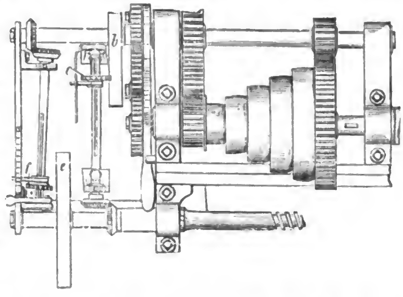
Die Firma **Siemens & Halske** ist in eine Aktiengesellschaft umgewandelt worden. Hierdurch wird nach einer Mittheilung in der *El. Ztschr. 18. S. 370. 1897* im Betriebe und inneren Wesen der Firma eine Aenderung nicht eintreten, die Umwandlung erfolgte vielmehr aus Gründen rein formaler Natur. Das Aktienkapital beträgt 34 000 000 *M.*, die Gesellschaft umfasst die Fabriken in Berlin, Charlottenburg und Wien. Den Aufsichtsrath bilden die Herren Carl, Wilhelm, Arnold und Werner v. Siemens, den Vorstand die bisherigen Direktoren Prof. Dr. Budde, Dr. Fellinger, Reg.-Baumeister Schwieger; ferner soll nach Mittheilungen von Tagesblättern am 1. August d. J. der bisherige Präsident des Reichsversicherungsamtes, Herr Dr. Bödiker, als Direktor eintreten.

Patentschau.

Telegraph mit Induktionsbetrieb. J. Kitsée in Philadelphia, V. St. A. 26. 11. 1895. Nr. 90 557. Kl. 21.

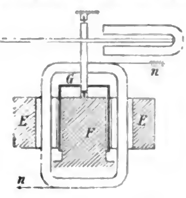
Geissler'sche Röhren werden in den induzirten Stromkreis von Induktionsübertragern bezw. Stromumwandlern eingeschaltet. Der Wechselstrom im primären Ortsstromkreise einer Sonderstation wird durch Morsetaster als Zeichengeber geregelt, sodass die Geissler'schen Röhren als Empfängervorrichtungen durch Aufleuchten die Signale nach Maassgabe der verschieden lange währenden Stromschlüsse an den Tastern wiedergeben können.

Drehbank zum Schneiden von Gewinde. H. Götzen in Bruckhausen a. Rh. 10. 4. 1896. Nr. 90 386. Kl. 49.

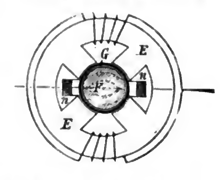


Die Drehbank ist zum Schneiden von Gewinde so eingerichtet, dass die Bewegung der Antriebsspindel auf die Leitspindel durch Schellen *b* und *e* übertragen wird, die mit konzentrischen Zahnkränzen versehen sind. Beide Scheiben stehen triebstockartig mit Rädern *cf* in Eingriff, welche so verstellt werden können, dass sie in den einen oder anderen grösseren oder kleineren Zahnkranz eingreifen. Hierdurch wird die von demselben bewegte Leitspindel je nach den Steigungen des zu schneidenden Gewindes entsprechend bewegt.

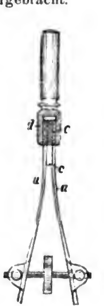
Wattstundenzähler für Wechselstrom. G. Hummel in München. 3. 2. 1895. Nr. 90 475. Kl. 21.



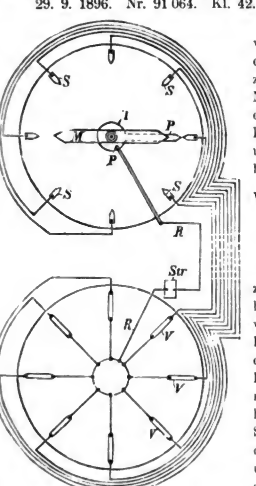
Das Eisengerüst besteht in bekannter Weise aus einem äusseren zusammenhängenden Theile *E* mit vorspringenden Zähnen und einem inneren Theil *F*; beide Theile sind durch den Anker *G* von einander getrennt. Die auf Rahmen angeordnete Nebenschlusswickelung *n* wird zwischen den Zähnen des die Hauptstromwickelung tragenden Eisengerüstes untergebracht.



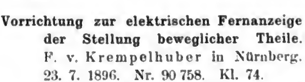
Verfahren zur Herstellung von Stahlfederzirkeln. G. Schoenner in Nürnberg. 29. 9. 1896. Nr. 91 064. Kl. 42. (Zus. z. Pat. 85 611.)



Gestanzte schmale Blechstreifen *a* von der Gestalt der Federschenkel, deren obere Enden in Gemeinschaft mit einem zwischengelegten Plättchen *c* nach Patent Nr. 85 611 einen Gewindezapfen bilden, werden durch Einschrauben des letzteren in die den Handgriff tragende Gewindemuffe *d* sowohl unter sich als mit dem Handgriff fest verbunden.

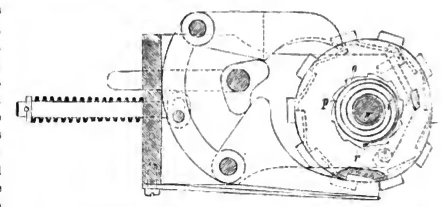


Vorrichtung zur elektrischen Fernanzeige der Stellung beweglicher Theile. F. v. Krempelhuber in Nürnberg. 23. 7. 1896. Nr. 90 758. Kl. 74.



Die Vorrichtung ist insbesondere zur elektrischen Fernanzeige der Stellung von Kompassnadeln bestimmt. Unter der Kompassnadel *M* ist ein Metallring *T*, welcher mit Spitzen *P* versehen ist, angebracht. An der Kompassdose befindet sich die Spitze *S*, von denen jede durch besondere Leitung mit Vakuumröhren (Geissler'schen Röhren) *V* des Empfängers in Verbindung stehen. Die gemeinsame Rückleitung führt über eine Stromquelle *Str* von hoher Spannung zum Ring *T* und der Spitze *P*. Wenn die Spitzen *P* und *S* sich gegenüber stehen, soll der Strom den kleinen Luftzwischenraum von *P* nach *S* überspringen und die der betreffenden Spitze *S* entsprechende Röhre *V* des Empfängers zum Leuchten bringen.

Vorrichtung an Zählwerken zum selbstthätigen Zurückdrehen der Zählräder in die Nullstellung.
A. Monforts in M.-Gladbach. 18. 1. 1896. Nr. 90 954. Kl. 42.



Jedes Zahlenrad dieses Zählwerks ist mit einer mittleren, zur Welle *w* konzentrischen Aussparung *o* versehen, deren kreisförmige Umrandung mit Sperrzähnen *p* ausgestattet ist. In der Aussparung *o* liegt eine Schraubenfeder *f*, deren eines Ende mit der feststehenden Welle *w* verbunden ist, und deren anderes Ende eine kleine Rolle *r* trägt, welche zwischen die Sperrzähne *p* eingreift. Länge und Elastizität der Feder *f* sind derart gewählt, dass deren grösste Anspannung erst erreicht wird, nachdem das Zahnrad mehr als eine volle Umdrehung ausgeführt hat. Bei jeder Weiterschaltung des Zahlenrades entfernt sich die kleine Rolle *r* der Spiralfeder *f* von dem erfassten Zahne der Aussparung *o* und legt sich hinter den folgenden Zahn.

Nach Auslösung der das Zählwerk bethätigenden Klinken bewirken die Federn *f* die Rückwärtsdrehung der Zahlenräder in die Nullstellung.

Patentliste.

Bis zum 14. Juni 1897.

Anmeldungen.

Klasse:

21. A. 5172. Klinke für Vielfachumschalter mit auf dem Rücken des Klinkenkörpers angeordneter Stromschlussstelle. Aktiengesellschaft Mix & Genest, Berlin. 26. 3. 97.

B. 19 580. Linienwähler-Schaltung für Fernsprechanlagen. Aktienges. f. Metallindustrie F. Butzke & Co., Berlin. 4. 9. 96.

G. 10 276. Bogenlampe. X. Gehring, Cannstatt. 4. 9. 96.

St. 4277. Vielfach-Umschalter mit sich selbst aufrichtenden Klappen. R. Stock & Co., Berlin. 28. 6. 95.

42. H. 18 519. Umlaufzähler mit unabhängig von der Drehrichtung der Welle bewegten Zählrädern. Th. Horn, Leipzig. 24. 3. 97.

Sch. 12 308. Messzirkel zu Uebertragungen aus einem Maassstab in einen anderen. F. Schmidt, Urspringmühle b. Hirschau, Ober-Pfalz. 8. 2. 97.

M. 13 239. Phonograph mit mehreren ein- und ausschaltbaren Zylindern. G. W. Moore, Atlanta, Staat Georgia, V. St. A. 22. 9. 96.

48. P. 8554. Herstellung einer Masse für elektrische Widerstände. L. Parvillée, Paris. 30. 11. 96.

57. U. 1151. Irisblendenartig verstellbarer Objektivring. B. Uttenreuther, München. 17. 7. 96.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 93 255. Stromkreisregler für die Umwandlung von Strömen geringer Wechselzahl in solche von hoher Wechselzahl mittels Kondensatorentladungen. N. Tesla, New-York, V. St. A. 22. 9. 96.

Nr. 93 257. Phasenmesser. Hartmann & Braun, Bockenheim-Frankfurt a. M. 6. 2. 97.

Nr. 93 427. Primärelement mit regenerirbarer positiver Elektrode. O. R. Edler von Burgwall, Wien, u. L. Ofenschüssl, Prag. 25. 10. 96.

42. Nr. 93 266. Vorrichtung zum Kontroliren der Temperaturen erwärmter Flüssigkeiten. T. C. Nielsen, Hjörring, Dänemark. 27. 10. 96.

Nr. 93 383. Zirkelgelenk mit elastischen Einlagen. G. Schoenner, Nürnberg. 22. 11. 96.

49. Nr. 93 356. Schraubstock mit verschiebbaren Hinterbacken. W. Thompson, Boston. 31. 3. 96.

Nr. 93 356. Spiralbohrer, Reibahlen o. dgl. mit theilweise hinterfräster Umfläche. A. Schmidt, Berlin. 9. 6. 96.

Nr. 93 414. Planscheibe für Feindrehbänke. P. Krüger, Danzig. 29. 11. 96.

67. Nr. 93 454. Schleifvorrichtung für Werkzeuge. H. C. Bekking, Utrecht, Holl. 3. 11. 96.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 14. **15. Juli.** **1897.**

Ueber die Benutzung der Quecksilberthermometer zu exakten Temperaturmessungen.

Von Dr. **Karl Scheel** in Charlottenburg.

(Schluss.)

Temperaturmessungen ausserhalb des Intervalls 0° bis 100°.

Die im Vorstehenden gegebene Gebrauchsanweisung für Quecksilberthermometer im Intervalle 0° bis 100° gilt natürlich auch für alle Messungen unter- und oberhalb dieser Grenzen, nur hat man dabei zu berücksichtigen, dass man für solche bei Weitem nicht mehr eine gleiche Genauigkeit erwarten darf und dass demnach auch die Anbringung der einzelnen Korrektionen summarisch erfolgen kann.

Muss man die Berücksichtigung der Kaliberkorrektionen allerdings schon im vollen Umfange aufrecht erhalten, so wird man von der Korrektion wegen des äusseren Druckes im Allgemeinen ganz absehen dürfen; auch die Korrektion für den inneren Druck wird man bei der fast ausschliesslichen Anwendung der Thermometer in vertikaler Lage meist in ihrem vollen Betrage auf die Gradwerthkorrektion werfen können. Dagegen sollte man, was meist vernachlässigt wird, der Lage des Eispunktes, namentlich in höheren Temperaturen, stets Rechnung tragen und sollte die schon oben ausgesprochene Regel beachten, dass zu jeder Temperatur der unmittelbar nachher beobachtete Eispunkt gehört. Allerdings kann wegen des zu grossen Arbeitsaufwandes beispielsweise auch der Chemiker eine solche Vorschrift nicht streng erfüllen, doch sollte auch er von Zeit zu Zeit, sicher aber immer bei wesentlicher Aenderung der Temperatur, den Eispunkt seines Instrumentes ermitteln, da sonst das Messungsresultat leicht um mehrere Grade falsch ausfallen kann. Zahlenmässige Angaben über die Variation des Eispunktes ausserhalb des Temperaturintervalles 0° bis 100° zu machen, ist nicht angängig, weil hier die Lage des Eispunktes noch sehr viel mehr von dem Wege abhängig ist, auf welchem die Beobachtungstemperatur erreicht wurde.

Oberhalb 100° fehlen zur Zeit noch genauere Beobachtungen, um die absoluten Temperaturen nach der Wasserstoffskala ableiten zu können, indessen dürfte man hier zunächst unbedenklich diejenigen Werthe benutzen können, welche Wiebe und Böttcher[1]) für Glas 16^{III}, sowie Grützmacher[2]) für Glas 59^{III} als Reduktionen auf das *Luftthermometer* angegeben haben. *(s. die zu Anfang der nächsten Seite stehende Tabelle.)*

Luftfreie Quecksilberthermometer sind oberhalb 300° nicht mehr mit Vortheil verwendbar; man bedient sich hier der unter (neuerdings meist durch Kohlensäure hergestelltem) Drucke gefüllten Instrumente, die, wenn aus dem harten Jenaer Glase 59^{III} gefertigt, noch Messungen bis zu 550° erlauben. Auch diese Instrumente müssen zweckmässig so eingerichtet sein, dass man jederzeit den Eis- und Siedepunkt derselben beobachten kann. Die Erfüllung dieser Bedingung, sowie der weiteren, dass eine Kalibrirung möglich sei, die indessen vor der definitiven Füllung des Instrumentes ausgeführt werden muss, erfordert die Einfügung einer Reihe von Erweiterungen in der Kapillare,

1) H. F. Wiebe und A. Böttcher, Vergleichung des Luftthermometers mit Quecksilberthermometern aus Jenaer Glas zwischen 100° und 300°. *Zeitschr. f. Instrkde. 10. S. 16 u. 233. 1890.*

2) F. Grützmacher, Reduktion der Angaben von Quecksilberthermometern aus Jenaer Glas 59^{III} und 122^{III}, sowie aus Resistenzglas auf das Luftthermometer. *Zeitschr. f. Instrkde. 15. S. 250. 1895.*

Grad	$t_L - t_{16^{III}}$	$t_L - t_{59^{III}}$	Grad	$t_L - t_{16^{III}}$	$t_L - t_{59^{III}}$	Grad	$t_L - t_{16^{III}}$	Grad	$t_L - t_{59^{III}}$
100	0°,00	0°,00	**150**	+ 0°,10	— 0°,11	**200**	— 0°,04	**250**	— 0°,63
105	+ 0°,01	0°,00	**155**	+ 0°,10	— 0°,14	**205**	— 0°,07	**255**	— 0°,73
110	+ 0°,03	0°,00	**160**	+ 0°,10	— 0°,18	**210**	— 0°,11	**260**	— 0°,83
115	+ 0°,04	0°,00	**165**	+ 0°,09	— 0°,22	**215**	— 0°,16	**265**	— 0°,93
120	+ 0°,05	0°,00	**170**	+ 0°,08	— 0°,27	**220**	— 0°,21	**270**	— 1°,05
125	+ 0°,06	— 0°,01	**175**	+ 0°,07	— 0°,32	**225**	— 0°,26	**275**	— 1°,17
130	+ 0°,07	— 0°,02	**180**	+ 0°,06	— 0°,39	**230**	— 0°,33	**280**	1°,30
135	+ 0°,08	— 0°,04	**185**	+ 0°,04	0°,46	**235**	— 0°,39	**285**	1°,44
140	+ 0°,09	— 0°,06	**190**	+ 0°,02	— 0°,53	**240**	— 0°,46	**290**	— 1°,59
145	+ 0°,10	— 0°,08	**195**	— 0°,01	— 0°,62	**245**	— 0°,55	**295**	— 1°,74
150	+ 0°,10	— 0°,11	**200**	— 0°,04	— 0°,71	**250**	— 0°,63	**300**	— 1°,91

welche Theile derselben ersetzen. Denkt man sich eine *gleichmässige* Theilung zwischen 0° und 100° über 100° fortgesetzt, so würden wir folgende Korrektionen der Ablesungen auf das Luftthermometer erhalten [1]):

Grad	$t_L - t_{59^{III}}$
0	0°,0
100	0°,0
200	— 0°,4
300	— 4°,1
325	— 5°,9
350	— 8°,1
375	— 10°,4
400	— 12°,3
425	— 15°,7
450	— 19°,1
475	— 23°,0
500	— 27°,8

Zur Reduktion der Messungen auf die Skala des Wasserstoffthermometers unter 0° dienen die folgenden Zahlen [2]):

Grad	$t_{Wasserstoff} - t_{16^{III}}$	$t_{Wasserstoff} - t_{59^{III}}$
— 5	+ 0°,04	+ 0°,02
— 10	+ 0°,08	+ 0°,04
— 15	+ 0°,13	+ 0°,07
— 20	+ 0°,19	+ 0°,10
— 25	+ 0°,25	+ 0°,14
— 30	+ 0°,32	+ 0°,18
— 35	+ 0°,40	+ 0°,23

Der Vollständigkeit halber müssen wir hier noch die Alkoholthermometer erwähnen, welche häufig in Temperaturen unter 0° die Quecksilberthermometer ersetzen. Diese Instrumente, welche natürlich gleichfalls vor ihrer definitiven Fertigstellung einer Kalibrirung mit Quecksilber unterworfen werden müssen, leiden an einer Reihe von Uebelständen, von denen besonders zwei hervorzuheben sind. Einmal wird die innere Wandung der Kapillare vom Alkohol benetzt, wodurch bei fallender Temperatur zu niedrige Temperaturangaben erhalten werden; andererseits ist ein Alkoholthermometer nicht fundamental bestimmbar, da man es der Siedetemperatur des Wassers nicht aus-

1) A. Mahlke, Ueber die Bestimmung der Skala von hochgradigen Quecksilberthermometern aus Jenaer Borosilikatglas 59^{III}. *Zeitschr. f. Instrkde.* ***15.*** *S. 171. 1895.*

2) Vgl. die in *voriger Nummer S. 98 Anm. 1* angeführte Abhandlung.

zusetzen vermag [1]). Von beiden Uebelständen sind die von Chappuis [2]) zuerst eingehend untersuchten Thermometer mit Toluolfüllung frei, welche Substanz erst bei etwa 110° siedet. Setzt man bei diesen Instrumenten die Theilung zwischen Eis- und Siedepunkt *gleichmässig* nach unten fort, so erhält man für die Temperaturen nach der Wasserstoffskala die folgenden Angaben des Toluolthermometers [3]):

$t_{Wasserstoff}$	t_{Toluol}	$t_{Alkohol\ I}$	$t_{Alkohol\ II}$
0°	0°	0°	0°
— 10°	— 8°,54	— 9°,31	— 9°,44
— 20°	— 16°,90	— 18°,45	— 18°,71
— 30°	— 25°,10	— 27°,44	— 27°,84
— 40°	— 33°,15	— 36°,30	— 36°,84
— 50°	— 41°,08	45°,05	— 45°,74
— 60°	— 48°,90	— 53°,71	— 54°,55
— 70°	— 56°,63	— 62°,31	— 63°,31

Diese Werthe ergeben sich aus den Beobachtungen von Chappuis für alle untersuchten Toluolthermometer im Wesentlichen identisch. Das Gleiche war für Thermometer mit Alkoholfüllung nicht der Fall, wie es aus den oben ebenfalls aufgeführten Zahlen für zwei derartige Instrumente hervorgeht. Dieser Umstand spricht in erster Linie zu Gunsten der Toluolthermometer für die exakte Messung tiefer Temperaturen.

Korrektion für den herausragenden Faden.

Besondere Beachtung erfordert die Korrektion für den herausragenden Faden bei solchen Thermometern, die nicht ganz in die zu untersuchende Substanzen eintauchen. Während alle übrigen Korrektionen sich mehr oder weniger noch nachträglich berücksichtigen lassen, hängt die Fadenkorrektion lediglich von der jeweiligen Versuchsanordnung ab, und man wird selten in der Lage sein, derselben nach Beendigung des Experimentes noch Rechnung zu tragen. Ihr absoluter Werth kann ziemlich erhebliche Beträge annehmen, ja man darf wohl behaupten, dass derselbe die Summe der übrigen Korrektionen meist bedeutend übertreffen wird. — Beispielsweise nimmt die Fadenkorrektion schon einen Werth von etwa 7° an in dem bei chemischen Versuchen garnicht seltenen Falle, dass bei einer Temperaturmessung von 240° etwa 200 Grade sich auf der Temperatur des umgebenden Raumes (20°) befinden.

Ist n die Länge des herausragenden Fadens, ausgedrückt in Graden des benutzten Thermometers, t' die Temperatur desselben, die niedriger oder höher sein kann als die zu messende Temperatur t, so ist die Korrektion wegen des herausragenden Fadens gegeben durch die Formel

$$(t - t')\, n \,.\, \alpha$$

wo α den scheinbaren Ausdehnungskoëffizienten des Quecksilbers im Glase:

(zwischen 0° und 100°) für Jenaer Glas 16^{III}: 0,000 157 58,
(- 0° - 100°) - - - 59^{III}: 0,000 164 49

bedeutet. An Stelle von t kann man dabei in erster Annäherung die am Hauptthermometer *abgelesene* Temperatur setzen.

Die Schwierigkeit in der Ermittelung dieser Korrektion wegen des herausragenden Fadens liegt nun in der Bestimmung der mittleren Fadentemperatur t'. Nimmt man als diese die Angaben eines in mittlerer Höhe aufgehängten Hülfsthermometers an, so wird man im Allgemeinen für $t-t'$ und demnach auch für die Korrektion zu grosse Werthe erhalten. Aber auch eine gesetzmässige Verkleinerung der Korrektion (in den Landolt-Börnstein'schen Tafeln, *I. Aufl. S. 173*, ist beispielsweise die Korrektion gleich

[1]) Hiervon rührt die von verschiedenen Fabrikanten oft ganz verschieden gewählte Gradlänge her, die eine Vergleichung solcher Instrumente unter sich sehr erschwert.

[2]) P. Chappuis, *Sur les thermomètres destinés à la mesure des basses temperatures. Arch. sciences phys. et nat.* (3) *28. S. 293. 1892.*

[3]) Es ist nicht angegeben, aus welcher Glassorte die Toluolthermometer gefertigt waren. Da jedoch wahrscheinlich ist, dass Chappuis mit dem französischen *verre dur* gearbeitet hat, so dürften die angegebenen Zahlen mit einer für den vorliegenden Zweck hinreichenden Genauigkeit auch für Thermometer aus dem Jenaer Glas 16^{III} gelten.

$(t-t') n \times 0{,}000\,143$ angenommen; Mousson[1]) dagegen schlägt vor, von der herausragenden Fadenlänge eine konstante, durch Versuche zu ermittelnde Grösse abzuziehen, um dem Umstande Rechnung zu tragen, dass der untere Theil der Kapillare eine der Temperatur des Bades näher liegende Temperatur besitzt) kann stets nur ungenaue Resultate liefern; insbesondere ist dies bei Einschlussthermometern der Fall, bei welchen die zwischen Kapillare und Umhüllungsrohr eingeschlossene Luft, selbst im unteren Theile des Instrumentes, der sich noch innerhalb des Bades befindet, wie Thiesen hervorhebt, in Folge auftretender Strömungen die Verhältnisse in unkontrolirbarer Weise komplizirt.

Thiesen[2]) will deshalb für jeden speziellen Fall die Fadenkorrektion gesondert bestimmen. Er bringt neben das Thermometer eine gleichgestaltete Röhre unter den gleichen äusseren Verhältnissen an und hängt in dieser in verschiedener Höhe Hülfsthermometer auf. Man erhält auf diese Weise den Temperaturabfall mit der Höhe und kann aus der graphischen oder formelartigen Darstellung desselben die gewünschte Korrektion ermitteln.

Auch Rimbach[3]) sucht das Problem experimentell zu lösen. Er tauchte die einzelnen Thermometer in ein Wärmebad von konstanter Temperatur zunächst nur bis zum Nullpunkte ein und ging dann in passenden Intervallen immer weiter in das Bad hinein, bis zum schliesslichen vollständigen Verweilen des Quecksilberfadens in dem letzteren. Hieraus liessen sich Interpolationsformeln ableiten, die für jede bestimmte Temperatur Zahlenwerthe Q ergaben, mit Hülfe deren man die Korrektion in Abhängigkeit von der Temperatur t_0 der umgebenden Luft nach der Formel $Q\,(t-t_0)$ berechnen konnte. Uebrigens hat Rimbach nach dieser experimentellen Bestimmung Tafeln für die gebräuchlichsten Typen von Thermometern aus Jenaer Glas 16^{III} ein für allemal berechnet, die die Korrektion aus zwei Eingängen $(t-t_0)$ und n direkt entnehmen lassen, und welche auch in die *II. Auflage* der Landolt-Börnstein'schen Tafeln (*S. 94 u. 95*) übergegangen sind.

Zu exakten Temperaturmessungen in bequemer Weise verwendbar dürfte indessen allein die Bestimmung der Fadentemperatur mit Hülfe des Mahlke'schen Fadenthermometers[4]) sein, welches als eine Verbesserung des von Guillaume[4]) zuerst beschriebenen Korrektionsrohres *(tige correctrice)* aufzufassen ist. Der Hauptsache nach ist dieses Mahlke'sche Instrument ein Thermometer mit sehr enger Kapillare, dessen Gefäss so in die Länge gezogen ist, dass es mindestens der ganzen Länge des herausragenden Fadens gleichkommt. Das Instrument wird unter genau den gleichen äusseren Verhältnissen wie der Faden neben demselben aufgehängt, und zwar in einer solchen Höhe, dass, wenn man das in der Kapillare des Hülfsthermometers enthaltene Quecksilber noch in das verlängerte Gefäss aufgenommen denkt, dann das obere Ende des Gefässes vom Hülfsthermometer mit der Quecksilberkuppe des Hauptinstrumentes in derselben Horizontale gelegen ist. Das Hülfsinstrument giebt in dieser Lage ohne Weiteres die mittlere Temperatur des Fadens für die Länge seines eigenen Gefässes an. Durch Eingang mit der Differenz zwischen den Temperaturen am Hauptthermometer und am Hülfsthermometer in eine leicht zu berechnende Tafel, die übrigens auf dem Hülfsthermometer selbst dargestellt sein kann, lässt sich die Korrektion ohne Weiteres ablesen.

Vereins- und Personen-Nachrichten.

D. G. f. M. u. O. Zweigverein Berlin.

Am 22. Juni fand der übliche Sommerausflug mit Damen unter zahlreicher Betheiligung seitens der Mitglieder und einiger Freunde der Gesellschaft statt; derselbe verlief, vom herrlichsten Wetter begünstigt, in äusserst gelungener Weise. In Grünau, dem Sammelplatz, fanden sich die Theilnehmer schon zu einem Morgenkaffee zusammen; nach demselben wurde ein Extradampfer bestiegen, um auf ihm eine der herrlichsten Wasserpartien der Mark zu unternehmen: von Grünau über den Langen See und Müggel-See nach der Woltersdorfer

[1]) *Pogg. Ann.* ***133.*** *S. 311. 1868.*
[2]) *Metronomische Beiträge der Kaiserl. Normal-Aichungs-Kommission* ***3.*** *S. 24 bis 31. 1881.*
[3]) *Zeitschr. f. Instrkde.* ***10.*** *S. 153. 1890.*
[4]) *Zeitschr. f. Instrkde.* ***13.*** *S. 58. 1893.*
[5]) *Zeitschr. f. Instrkde.* ***12.*** *S. 69. 1892.*

Schleuse. Während der Fahrt liess eine uniformirte Matrosenkapelle ihre lustigen Weisen ertönen. Im Müggelthurm am Langen See wurde das Frühstück eingenommen, zu welchem die Theilnehmer selbst Fouragekörbe mitgebracht hatten. Von dort ging es zu Fuss unter Führung des Wurzelsepp über den Aussichtsthurm auf dem Müggelberg nach dem auf der anderen Seite des Thurmes gelegenen Teufels-See, an dessen Ufern die bekannten Experimente mit den aus dem Grunde des Sees aufsteigenden Gasen gemacht wurden. Auf Station Müggel-See wurde wieder der Dampfer bestiegen, und nun ging es in flotter Fahrt über den Müggel-See an Rahnsdorf und dem Neuen Krug vorüber über den Dämeritz- und Flacken-See nach der Woltersdorfer Schleuse. Während der Fahrt wurde ein neuer Schiffskompass, der von einem Mitglied der Vergnügungskommission erdacht und ausgeführt war, einer fachmännischen Besichtigung unterzogen und allgemein als ein vortreffliches Instrument gelobt. Auf Woltersdorfer Schleuse fand ein Mittagessen mit nachfolgendem Kaffee statt; während der Tafel wechselten humorvolle Worte mit Liedern aus einem den Damen als Erinnerungsgabe überreichten Buch ab. Nach dem Kaffee fanden in dem Walde am Kranichsberg Preiswettspiele, Schiessen, Tauziehen u. s. w. statt, an die sich zum Schluss ein heiteres Waldpicknick anschloss. Die Theilnehmer blieben noch lange bei einem gemüthlichen Glase Bier auf der Woltersdorfer Schleuse zusammen und traten gegen 11 Uhr die Rückfahrt über Erkner nach Berlin an, wo unter allgemeinem Beifall dem altbewährten H-Komité ihren Dank ausgesprochen wurde für die ausserordentlich genussreiche Partie.

I. V.: Wilhelm Haensch.

Die Firma Carl Zeiss in Jena hat ihrer optischen Werkstätte jetzt als VI. Betriebsabtheilung eine Werkstätte für *astronomisch-optische* Instrumente angegliedert. Diese neue Abtheilung ist der Leitung des in astronomischen Kreisen wohlbekannten Dr. M. Pauly (früher in Mühlberg a. E.) unterstellt, der hierbei in ein Assoziationsverhältniss zur Firma getreten ist.

Dr. Pauly hat sich schon seit einer Reihe von Jahren der praktischen Optik gewidmet. Die Einrichtung der neuen Werkstatt (in einem besonderen Gebäude) und die sonstigen Vorbereitungen sind seit dem Frühjahr soweit vorgeschritten, dass schon in nächster Zeit an die Ausführung grösserer Fernrohrobjektive und ähnlicher Arbeiten herangetreten werden kann.

Kleinere Mittheilungen.

Löthgebläse.

Allg. Journ. d. Uhrmacherkunst 22. S. 217. 1897.

Dieses kleine Gebläse, „Matador" genannt, verdient besondere Beachtung, da es sich Jeder sehr leicht selbst zusammenstellen, aber auch, wie *a. a. O.* angeführt, von der Firma Koch & Co. in Elberfeld direkt oder durch jede Uhrenfournitureuhandlung beziehen kann.

Ein Gummiball von etwa 10 *cm* Dchm, der auf den Fussboden gelegt wird, ist mit einem zweiten, zum Schutze gegen das Platzen mit einem Netz überzogenen, durch einen Schlauch verbunden. Der zweite Ball steht, wiederum mittels Schlauches, mit einem gewöhnlichen Löthrohr in Verbindung, welches in ein Stativ gespannt werden kann, sodass die Spitze des Rohres leicht auf die Spirituslampe, für die wohl das Gebläse besonders berechnet ist, passend gerichtet werden kann. Der Arbeitende hat nur zu Anfang durch mehrmaliges Treten auf den ersten Ball den zwischengeschalteten Ball genügend aufzublasen und braucht ihn dann, bei der feinen Luftaustrittsöffnung des Löthrohres, nur von Zeit zu Zeit durch Treten wieder nachzufüllen. Ein grosser Vortheil besteht darin, dass der Arbeitende beide Hände frei hat und, da die Vorrichtung äusserst leicht geht, nicht durch Bewegung des Körpers gestört wird. Ausserdem giebt das Gebläse eine sehr gleichmässige und ruhige Stichflamme. *Klssm.*

II. Kraft- und Arbeitsmaschinen-Ausstellung München 1898. Die Pläne für die Ausstellungshalle mit 10 350 *qm* bebauter Fläche sind genehmigt; die gärtnerischen Anlagen, welche mit dem Restaurationsgarten 16 000 *qm* umfassen, gehen mehr und mehr der Vollendung entgegen. Das Staatsministerium des Innern hat jüngst die Bewilligung zu einer Ausstellungslotterie ertheilt. Nach dem genehmigten Verloosungsplane werden 300 000 Loose zu 1 *M.* ausgegeben; 110 000 *M.* sind für Gewinne bestimmt, welche aus 80 000 *M.* Geldgewinnen bestehen, während der Rest von 30 000 *M.* im Interesse der Aussteller zum Ankauf von zu verloosenden Ausstellungsgegenständen verwendet wird.

Jahresbericht der Sektion V (Braunschweig) der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik für 1896.

Die Sektion V hat ihren Sitz in Braunschweig und umfasst Hannover, Schleswig-Holstein, Hessen-Nassau, Wetzlar, Regierungsbezirk Magdeburg, Oldenburg, Lübeck, Bremen und Braunschweig. Vorsitzender ist Herr Fr. von

Voigtländer in Braunschweig, Rechnungsführer Herr Franz Trinks dortselbst.

Wir entnehmen dem Jahresbericht Folgendes:

Versichert waren .	534 Betriebe	mit	8893 Arb.
Davon kamen auf			
Gr. VI (mathem.-phys. Instr.) . .	93 „	„	1412 „

Im Ganzen kamen 262 Unfälle vor, von denen auf Gruppe VI 25 entfielen, also in der ganzen Sektion auf je 34 Arbeiter 1 Unfall, in Gruppe VI auf je 56 Arbeiter.

H. K.

Bücherschau und Preislisten.

Carl Stechert, Tafeln für die Vorausberechnung der Sternbedeckungen. 4°. 43 S. mit 2 Fig. und 1 Diagramm in 2 Expl. Sonderabdruck aus dem *Archiv der Deutschen Seewarte 19. Nr. 3. 1896.* Hamburg. 1896. 2,00 *M.*

Forschungsreisende, Liebhaber astronomischer Beobachtungen und Alle, welche im Nebenberuf geographische Längenbestimmungen ausführen, wählen hierfür mit Vorliebe die Methode der Monddistanzen. Die Genauigkeit, welche auf diese Weise zu erzielen ist, bleibt weit zurück hinter derjenigen, welche eine mit einem leidlich lichtstarken Fernrohr zu beobachtende Sternbedeckung liefert. Diese Methode wurde von Laien bisher wenig angewandt, weil sie mit gewissem Recht die nothwendige umständliche rechnerische Vorarbeit scheuten. Die in Rede stehende Arbeit beseitigt diesen Uebelstand; an der Hand der gegebenen Tafeln und des Diagramms ist man, ohne Fachmann zu sein, im Stande, die erforderlichen Daten mit einer völlig ausreichenden Genauigkeit in höchstens 20 Minuten zu ermitteln. Die theoretischen Grundlagen der Tafeln sind verhältnissmässig einfacher Natur und vom Verf. so klar auseinandergesetzt, dass sie dem Leser, wofern er einige astronomische und mathematische Kenntnisse besitzt, verständlich werden; dieses Verständniss ist übrigens für die Benutzung der Tafeln nicht erforderlich. Es ist daher zu hoffen, dass die Methode der Sternbedeckungen in den Eingangs erwähnten Kreisen fortan häufigere Anwendung finden wird. *Bl.*

Kgl. Technische Versuchsanstalten, Bericht über die Thätigkeit im Etatsjahre 1895/96. 4°. 15 S. Sonderabdruck aus den *Mittheilungen der K. Techn. Versuchsanstalten. 14. 1896.* Berlin, Julius Springer. 1896.

Die Kenntniss der Arbeiten der genannten Behörde, auf deren Wichtigkeit und Umfang wiederholt in dieser Zeitschrift hingewiesen wurde, ist für den Präzisionsmechaniker belehrend und interessant, auch wenn, wie in der Berichtszeit, speziell für ihn wichtige Untersuchungen nicht ausgeführt worden sind. *Bl.*

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin, Apparate zur Verwerthung der Röntgen-Strahlen. 8°. 32 S. mit vielen Abbldg.

Die einzelnen Theile der nothwendigen Ausrüstung sind erklärt und durch vorzügliche Abbildungen erläutert. Ausser der vornehmen Ausstattung sei noch die am Schlusse gegebene Zusammenstellung von vollständigen Einrichtungen erwähnt. *Bl.*

Th. Lenz, Die Farbenphotographie. Eine kurze Zusammenstellung ihrer verschiedenen Methoden. 8°. IV, 76 S. m. 4 Holzschn. Braunschweig, Ramdohr in Komm. 2,00 *M.*

G. A. Siddon, Rathgeber in der Kunst des Schleifens, Polirens und Färbens der Metalle, der Steinarten, des Holzes, Elfenbeins, Horns u. Glases, sowie der Lackirungen. 5. Aufl. v. Ernst Nöthling. gr. 8°. XII, 288 S. Weimar, B. F. Voigt. 4,00 *M.*

F. Wüst, Handbuch der Metallgiesserei. 2. Aufl. der Metallgiesserei von Abbass. gr. 8°. VIII, 256 S. m. 256 Abbildgn. Weimar, B. F. Voigt. 6,00 *M.*

G. v. Thaa, Anleitung zum Gebrauch d. logarithm. Rechenschiebers f. die Zwecke des Technikers. 8°. 59 S. m. Fig. Wien. Hof- u. Staatsdruckerei. 0.80 *M.*

S. W. Robinson, *Principles of Mechanism Modification of Motion by elementary combinations of Mechanism or parts of Machines.* 8°. 324 S. m. Illustrat. London 1897. Geb. in Leinw. 12,80 *M.*

Wilh. Spielmann, Handbuch der Anstalten und Einrichtungen zur Pflege von Wissenschaft und Kunst in Berlin. Zusammengestellt unter Benutzung amtlicher Quellen. 8°. 361 S. Berlin, Mayer & Müller. Geb. 2.50 M.

G. Albrecht, Die Elektrizität. 8°. 167 S. m. 38 Abbildgn. Heilbronn, Schröder & Co. Geb. in Leinw. 2,00 M.

V. Wächter, Vollständiger Abriss der anorganischen Chemie. gr. 8°. VIII, 164 S. Hamburg, L. Voss. 2,00 M.

J. G. Wallentin, Lehrbuch der Elektrizität u. des Magnetismus. Mit besond. Berücksicht. der neueren Anschauungen über elektr. Energieverhältnisse u. unter Darstellg. der den Anwendgn. in der Elektrotechnik zu Grunde lieg. Prinzipien. gr. 8°. VIII. 394 S. m. 230 Holzschn. Stuttgart, F. Enke. 8,00 M.

Patentschau.

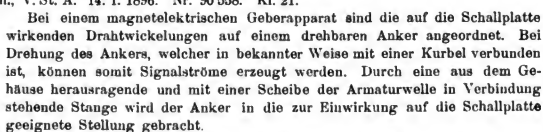
Vorrichtung an elektrischen Messgeräthen zum Unschädlichmachen störender magnetischer oder elektrischer Einflüsse. Siemens & Halske in Berlin. 14. 6. 1896. Nr. 91 075. Kl. 21.

Eisendrahtbündel oder massive Eisenkerne *B* von beliebiger Form sind zur Seite der astasirten Magnete des Messgeräthes oder auch auf den Magneten des Instrumentes selbst angeordnet. Sie haben den Zweck, im Raume zerstreute störende magnetische Kraftlinien zu sammeln und in bestimmter Richtung durch den Apparat zu senden.

Verfahren zum Reinigen von Eisen- und Stahlgegenständen. Dr. Focke in Eidelstedt. 28. 7. 1896. Nr. 91 147. Kl. 48.

Die Gegenstände werden mit etwa 2-prozentiger Flusssäure 1 bis 2 Stunden behandelt, wodurch Sand und Rost, aber kein Metall gelöst wird. Es folgt dann ein Waschen mit heissem, mit Kalkmilch versetztem Wasser.

Fernsprecher mit Einrichtung zur Signalgebung. C. J. Schwarze in Adrian, Mich., V. St. A. 14. 1. 1896. Nr. 90 558. Kl. 21.



Bei einem magnetelektrischen Geberapparat sind die auf die Schallplatte wirkenden Drahtwickelungen auf einem drehbaren Anker angeordnet. Bei Drehung des Ankers, welcher in bekannter Weise mit einer Kurbel verbunden ist, können somit Signalströme erzeugt werden. Durch eine aus dem Gehäuse herausragende und mit einer Scheibe der Armaturwelle in Verbindung stehende Stange wird der Anker in die zur Einwirkung auf die Schallplatte geeignete Stellung gebracht.

Zirkel mit abnehmbarer seitlicher Verlängerungsstange. J. W. Kaiser in Cleveland, Ohio, V. St. A. 29. 4. 1896. Nr. 91 195. Kl. 42.

Die seitliche Verlängerung *B* wird an dem verkürzten Schenkel *a* des federzirkelartig gestalteten Griffes *A* mit Hülfe des Klemmstückes *C* (Fig. 2) befestigt.

Fig. 1.



Fig. 2.

Hohler Handschleifstein. W. Kraus in Ransbach, Westerwald. 20. 2. 1896. Nr. 91 215. Kl. 67.

Das Schleifwasser ist in einem im Innern des Schleifsteines befindlichen Hohlraum enthalten und wird durch die poröse Wandung des Steines nach Oeffnen und Wiederschliessen der Füllöffnung gleichmässig dem Verbrauche entsprechend nach der äusseren Schleiffläche gedrängt.

Strommesser mit in Flüssigkeit eintauchendem Messkörper. A. Wright in Brighton, Sussex, Engl. 17. 5. 1896. Nr. 91 429. Kl. 21.

Der in die Flüssigkeit eintauchende Körper *a* (Fig. 1) besitzt eine Skale, und es bildet sich auf letzterer durch die färbende Flüssigkeit eine Marke, welche die Maximalstromstärke anzeigt. Bei der Ausführungsform Fig. 2 trägt die Röhre *b* unten ein Rückschlagventil, sodass die verdrängte Flüssigkeit in der Röhre bleibt.

Fig. 1.

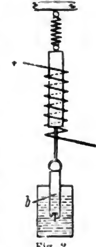
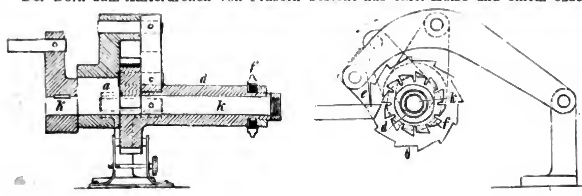


Fig. 2.

Dorn zum Hinterdrehen von Fräsern. A. Paul in Chemnitz. 1. 10. 1895. Nr. 90 704. Kl. 49.

Der Dorn zum Hinterdrehen von Fräsern besteht aus einer Hülse und einem exzentrisch





in derselben umlaufenden Kern *k*. Mit dem Kern *k* ist ein Exzenter *a* starr verbunden, welcher durch Hebelverbindung, Kurbelschleife oder dgl. ein mit der losen Dornhülse *d* starr verbundenes Sperrad *b* schaltet. Dadurch wird bei jeder Umdrehung des Dornkernes *k* das auf der Dornhülse *d* befestigte Werkstück *f* um je eine Zahntheilung gedreht. Infolge des exzentrischen Umlaufes des Kernes schwingt das Werkstück bei jeder Schaltung, dem Exzenterhub entsprechend, vor und zurück.

Blitzableiter mit stabförmigen Entladungstheilen. Siemens & Halske in Berlin. 26. 1. 1896. Nr. 91 133. Kl. 21.

Dieser Blitzableiter besteht aus zwei von einander isolirten, nach oben auseinander laufenden Leitern *D*, welche in wesentlich linearer Gestaltung — stabförmig — ausgeführt sind, in ihrem mittleren wesentlich senkrechten Verlaufe einander nahe gegenüber stehen und mit ihrem unteren, zu den Anschlüssen führenden Fortsetzungen *K* auseinander weichen.

D D K

Patentliste.

Bis zum 28. Juni 1897.

Anmeldungen.

Klasse:

21. P. 8145. Elektrische Bogenlampe. Patent-Verwerthungs-Gesellschaft, G. m. b. H., Berlin. 29. 4. 96.

42. B. 19 130. Terrestrisches Fernrohr mit bildaufrichtendem Objektiv und astronomischem Okular. A. C. Biese u. A. Gleichen, Berlin. 23. 5. 96.

D. 8071. Bremsdynamometer. P. F. Degn, Hannover. 23. 2. 97.

L. 10 403. Neuerungen an Röntgen-Röhren. M. Levy, Berlin. 13. 5. 96.

Sch. 12 138. Instrument zur direkten, selbstthätigen Aufnahme einer Zeichnung des Geländes; Zus. z. Pat. 63 620. J. F. D. Schrader, Paris. 8. 12. 96.

Sch. 12 205. Apparat zum Prüfen von Papier auf Knickfestigkeit. L. Schopper, Leipzig. 31. 12. 96.

C. 6656. Höhenmesser mit Spiegel. H. Collet, Laval, Frankr. 1. 3. 97.

K. 14 972. Verbindung zwischen Sprechspitze und Membran an Phonographen. A. Költzow, Berlin. 5. 3. 97.

V. 2799. Beweglicher Prismenstuhl für Prismen-Doppelfernrohre Porro'scher Konstruktion. Voigtländer & Sohn, Braunschweig. 15. 1. 97.

49. M. 13 825. Verfahren zum Härten unmittelbar bei der Anlasstemperatur; Zus. z. Pat. 81 011. K. J. Mayer, Barmen. 11. 3. 97.

57. H. 18 294. Verfahren zur Erzeugung von Momentbelichtung. G. Härtel, Breslau. 8. 2. 97.

67. H. 18 505. Schleif- und Polirmaschine. E. Hammesfahr, Solingen, Foche. 22. 3. 97.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 93 470. Elektrische Bogenlampe. Continental Jandus Elektricitäts-Actiengesellschaft, Société Anonyme, Brüssel. 7. 2. 95.

Nr. 93 561. Verfahren zur Ausgleichung störender magnetischer Fernwirkung elektrischer Apparate. M. M. Rotten, Berlin. 22. 2. 96.

Nr. 93 661. Elektrische Vorrichtung zur Erzeugung einer dauernden Bewegung durch die Widerstandsänderung, welche Wismuth durch Einbringen in ein magnetisches Feld erleidet. Th. Bruger, Bockenheim-Frankfurt a. M. 14. 5. 95.

Nr. 93 665. Träger für Fernhörer mit Schallvorrichtung. H. Marcuse, Berlin. 12. 11. 96.

42. Nr. 93 491. Stockstativ. J. G. Heimburg, Friedberg i. d. W., Grossh. Hessen. 17. 10. 96.

Nr. 93 493. Zeichendreieck zum bequemen Auftragen spitzer Winkel. F. Ziegler, Erfurt. 16. 12. 96.

Nr. 93 524. Luftthermometer. M. Diehl, Kaiserslautern, Rh.-Pfalz. 30. 6. 96.

Nr. 93 575. Integratoren mit stufenweiser Integration. B. Rülf, Nürnberg. 6. 12. 96.

49. 93 503. Gewindebohrer mit schneidenden und führenden Gewindegängen. M. Rosenhammer und M. Holzmann, München. 31. 10. 95.

Nr. 93 643. Zentrirvorrichtung für auf der Drehbank zu bearbeitende Blechscheiben. Aktiengesellschaft der Emaillirwerke und Metallwaarenfabriken „Austria", Brünn. 12. 12. 96.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 15. **1. August.** **1897.**

Zum VIII. Deutschen Mechanikertage

in Braunschweig am 17., 18. und 19. September.

Am heutigen Tage werden, wie üblich, die Einladungen zum Mechanikertage an die Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik, sowie an diejenigen Jünger und Freunde unseres Faches, welche noch ausserhalb unseres Vereines stehen, versandt.

In diesem Jahre ist der Mechanikertag wieder in engem Anschluss an die Naturforscher-Versammlung, die am 20. September beginnt, anberaumt worden. Wenn auch die letzten Mechanikertage, die zu München, Leipzig, Hamburg und Berlin, gezeigt haben, dass ein solcher Anschluss für das Gelingen unserer Jahresversammlung nicht nothwendig ist, dass wir vielmehr durchaus im Stande sind auf eigenen Füssen zu stehen, so hat doch der Vorstand geglaubt, wieder auf den früheren Brauch zurückgreifen zu sollen. Denn dadurch wird es unseren Mitgliedern mit leichterer Mühe und mit geringerem Zeitaufwand ermöglicht beiden Veranstaltungen beizuwohnen, und dies erscheint im Interesse der Abtheilung für Instrumentenkunde der Naturforscher-Versammlung dringend wünschenswerth. Dazu kommt, dass in diesem Jahre wieder eine Ausstellung mit der Naturforscher-Versammlung verbunden ist, um die gesammten Leistungen der wissenschaftlichen Photographie und die neueren Konstruktionen der Feintechnik überhaupt vorzuführen.

Das Programm des Mechanikertages ist auch in diesem Jahre äusserst reichhaltig und interessant; aus demselben seien folgende Punkte besonders erwähnt: Herr Geh. Regierungsrath Prof. Dr. Foerster hat einen Vortrag zugesagt über die neuesten Arbeiten des Internationalen Instituts für Maass und Gewicht, die zu Ergebnissen geführt haben, welche für Wissenschaft und Technik gleich wichtig sind; Herr Dr. Göpel wird im Auftrage der Phys.-Techn. Reichsanstalt auf Grund der Erfahrungen, die von dieser Behörde bei der Prüfung von Messwerkzeugen gemacht worden sind, über Längenmessungen in der Werkstatt sprechen; die Berufsgenossenschaft der Feinmechanik hat sich bereit finden lassen, ihren Technischen Beauftragten, Herrn Ingenieur Hosemann, zu entsenden, um die Frage der Unfallverhütung in feinmechanischen Werkstätten zu beleuchten; Herr Ingenieur Kahle, der Assistent des Herrn Prof. Koppe, der ersten Autorität auf dem Gebiete der photogrammetrischen Hochgebirgsaufnahme, wird über dieses Thema referiren, wobei ihm aus der Günther'schen Werkstatt zu Braunschweig, sowie aus den Sammlungen der dortigen Technischen Hochschule gewiss ein reichhaltiges Demonstrationsmaterial zur Verfügung stehen wird; der Mechanikertag wird sich ferner im Anschluss an einen Bericht von Herrn Prof. Dr. Westphal mit der Erledigung einiger Vorarbeiten zur Pariser Weltausstellung 1900 befassen, die ihm vom Deutschen Ausstellungskommissar übertragen worden sind; schliesslich sei erwähnt, dass die Rohrkommission der D. G. in der Lage sein wird, Muster der neuen Rohre vorzulegen.

Auch der Geselligkeit ist ein gut bemessener Zeitraum gewährt; besonders interessant verspricht eine Wagenrundfahrt zur Besichtigung der Baudenkmäler der Stadt, sowie die übliche gemüthliche Zusammenkunft am Abend des ersten Verhandlungstages sich zu gestalten; zwei Herren des Ortsausschusses in Braunschweig, zugleich hervorragende Vertreter der photographischen Technik, werden nämlich aus

der Zahl der Bilder, die sie auf ihren Reisen in Norwegen, Aegypten, Palästina und Syrien aufgenommen haben, die bedeutendsten durch Projektion vorführen. Auch für die Unterhaltung der Damen während der Zeit der Berathungen ist gesorgt, wozu bei den zahlreichen Sehenswürdigkeiten Braunschweigs reichliche Gelegenheit geboten ist.

Ein Festmahl am 18. September wird den offiziellen, ein Ausflug nach Harzburg am 19. September den thatsächlichen Abschluss des Mechanikertages bilden.

Somit darf die Hoffnung gehegt werden, dass der VIII. Mechanikertag sich den vorhergegangenen würdig anreihen wird.

„Ein hübsch leichtes Schwungrad.“

Eine Studie über Mängel an Drehbänken mit Fussbetrieb.

Von **C. Reichel** in Berlin.

„Ein hübsch leichtes Schwungrad, das man leicht in Betrieb setzen und leicht aufhalten kann, ein hoher Hub, der als Krafthebel wirkt, und eine hohe Spindelgeschwindigkeit, mit welcher man viel Arbeit leistet“ sind Glaubenssätze vieler Mechaniker, denen entsprechend eine grosse Zahl von Drehbänken für Kleinbetrieb eingerichtet ist. Den Fleiss bemessen solche Mechaniker nicht selten nach dem bei hastiger Arbeit vergossenen Schweiss und belegen ihn am Abend, halb widerwillig, halb selbstgefällig, in ihrer Ermüdung mit dem Ausdruck: „Heute haben wir aber geschuftet.“

Bedauerlich ist dabei, dass dem aufgewendeten Kraftmaass nicht die Leistungen entsprechen, dass ein grosser Theil desselben todtgetreten und als Rückwirkung auf den Arbeiter in Schweiss verwandelt wird.

Nach meiner vieljährigen praktischen Erfahrung behaupte ich, dass der ruhigen, gleichmässigen, nicht ermüdenden Arbeit an der gut konstruirten Drehbank mit schwerem Schwungrad, kurzem Hub und mässiger Spindelgeschwindigkeit viel höhere Leistungen entsprechen, als der oben angeführten.

Vergleicht man zwei gleich grosse Schwungräder verschiedenen Kranzgewichts, so findet man, dass auf Grund physikalischer Gesetze ihre Wirkungen nach ihnen ertheilten gleich grossen Geschwindigkeiten sich verhalten wie ihre Massen, dass also die grössere Masse auch den grösseren Widerstand zu überwinden vermag. Beide Räder erleiden durch gleiche Widerstände innerhalb einer Umdrehung schon eine Verminderung ihrer Geschwindigkeit und zwar das leichtere eine grössere als das schwerere. Ein neuer Antrieb des ersteren erfordert demnach einen grösseren Kraftaufwand zur Wiederherstellung der ursprünglichen Geschwindigkeit, als bei dem schweren Rade, das wenig von derselben eingebüsst hat. Der Unterschied zwischen beiden Kraftmaassen geht verloren, denn er wird verwendet zur elastischen Durchbiegung der Radwelle und des Tritts und wird bei fortgesetzter Arbeit rückwirkend auf den Arbeiter in Schweisserregung umgesetzt. Ist letztere Wirkung eingetreten, so macht der Arbeiter eine Pause, wischt den Schweiss ab und sagt mit einem Seufzer: „Donnerwetter, geht die Bank aber schwer,“ und das trotz des „hübsch leichten Schwungrades.“ Bei dem schweren Rade ist, da die Geschwindigkeit wenig vermindert ist, ein geringer Neuantrieb nöthig. ein geringer Ueberschuss geht nicht verloren, sondern wirkt beschleunigend, sodass dem schweren Rade ein grösserer Widerstand entgegengesetzt werden kann ohne grösseren Kraftaufwand. Derselbe Arbeiter mit dem Seufzer macht so leicht keine Pause, wischt keinen Schweiss, und sagt während der Arbeit: „Donnerwetter, geht die Bank aber leicht,“ und das trotz des schweren Rades. Der Schluss aus dem Vergleich ist: Der Arbeiter ermüdet an dem leichten Rade und leistet mit demselben weniger als mit dem schweren.

Eine seltsame Einrichtung an Drehbänken, die ich vor 40 Jahren an einer damals schon alten Bank kennen lernte und längst todt glaubte, wird jetzt wieder ausgegraben: ein einseitiges Gewicht an dem Kranz des hübsch leichten Rades, um den Tritt stets für die Ruhelage zum Antrieb zu richten. Dieses Gewicht, das in der Ruhelage nichts schadet, stört das Gleichgewicht des Rades, vermehrt bei der Bewegung die Reibung in der Achsenlagerung und bringt die etwa auf Dielen stehende Drehbank in pendelnde Bewegung, fügt also dem Arbeitswiderstand noch

neue schädliche Widerstände zu. Der vermeintliche Nutzen steht in keinem Verhältniss zu den Nachtheilen, die dieses Gewicht im Gefolge hat.

Die behandelte Vergleichung der beiden Schwungräder setzt die gleichen Antriebe, also auch gleich grosse Krummzapfen voraus. Ist nun derjenige des leichten Rades grösser, als der des schweren, so wächst beim Antrieb der Verlust noch in dem Radienverhältniss beider Zapfen zu einander. Die erzielte grössere Kraft vermehrt die Durchbiegung, ohne dem Rade eine gleichmässigere Geschwindigkeit zu ertheilen; der Tritt mit dem Fuss muss einen längeren Weg in derselben Zeit wie beim kurzen Hub zurücklegen und trägt nur zur Ermüdung des Arbeiters bei. Die Wirkung des Antriebs erfolgt etwa durch 60° der Umdrehung, für die Weiterbewegung durch 300°, und für die zu leistende Arbeit muss die im Radkranz aufgespeicherte Kraft sorgen. Zu der Weiterbewegung gehört aber die Hebung des Tritts für neuen Antrieb. Dabei wird der Zapfen im ungünstigen Augenblick zum Hebelarm der Last, nämlich des Tritts, dessen Gewicht die Geschwindigkeit des Rades steigend vermindert. Bei dem leichten Rade müsste also der Hub eher vermindert als vermehrt werden. Aber für das schwere Rad taugt eine Vergrösserung des Hubes auch nicht, denn der zu ersetzende Kraftverlust ist kleiner als bei dem leichten Rade. Man mache den Hub also nur so gross, dass er für den Arbeiter keine Unbequemlichkeit hat.

Eine hohe Spindelgeschwindigkeit, welche viele anzuwenden lieben in dem Glauben, damit auch viel Nutzen zu schaffen, ist nur bei sehr kleinen Arbeiten, deren Widerstand kaum merkbar ist, anzuwenden, sonst nutzt sie unnöthig die Spindel ab und ermüdet den Arbeiter. Streng genommen sollte die Einrichtung so sein, dass mit zunehmendem Durchmesser die Geschwindigkeit abnimmt, und zwar so, dass die Geschwindigkeit am Stichel immer dieselbe bleibt. Bei der grossen Verschiedenheit in den Durchmessern ist das praktisch nicht ausführbar, deshalb nimmt man für leichte Arbeiten schnelleren Gang der Spindel, als für schwere. Dafür sind theils Veränderungen in den Schnurläufen, theils Aenderungen in der Geschwindigkeit der Radwelle anzuwenden. Hier muss der Arbeiter das Richtige treffen dadurch, dass er die höchsten Leistungen zu erreichen sucht ohne ermüdende Kraftäusserung. Schrupparbeiten erfordern eine geringe Geschwindigkeit wegen des grösseren Widerstandes gegenüber den Feinarbeiten mit geringen Spanstärken. Je widerstandsfähiger das Material (Stahl, Eisen, Glas), um so kleiner muss die Spindelgeschwindigkeit werden. Würde letztere hier hoch bemessen, so würde ein grosser Theil der aufgewendeten Kraft durch Reibung am Stichel in Wärme umgesetzt werden. Mit der Wärmeerregung aber ist schnelle Abstumpfung der Stichel verbunden. Darin, dass gerade für Eisen und Stahl in der Regel zu hohe Spindelgeschwindigkeit gewählt wird, liegt die scheinbare Schwierigkeit für die Bearbeitung dieser ausgezeichneten Materialien. Die meisten Mechaniker, die am liebsten Messing bearbeiten, fürchten sich vor denselben und erklären sie für hart. Ich habe in meiner Werkstatt nie Schwierigkeiten mit ihnen gehabt, im Gegentheil ihnen immer den Vorzug gegeben. Freilich gehören zu deren Bearbeitung neben tüchtigen Drehbänken auch gutgeformte, zähharte und scharfe Stichel statt jener elenden „Aeppelkähne", die oft genug für Stichel ausgegeben werden.

Meine alten Hamann'schen Drehbänke von vorzüglicher Konstruktion und Ausführung machten die Bearbeitung von Eisen und Stahl fast zum Vergnügen wegen ihrer vorzüglichen Leistungen. Ich gebe hier ihre hauptsächlichsten Verhältnisse für zwei Grössen und einige Leistungen derselben.

Nr. 1. Länge 4 Fuss = 126 *cm*, Spitzenhöhe $6\,^1/_2$ Zoll = 17 *cm*, Durchmesser des Schwungradkranzes mit 5 Schnurnuthen 26 Zoll = 68 *cm*, Gewicht desselben etwa 40 *kg*. An den 5 leichten Speichen sitzt, über die innere Ebene des Kranzes hervortretend, ein Ring mit 2 Schnurnuthen von 12 und $11\,^1/_4$ Zoll = 31,4 und 29,4 *cm* Durchmesser; die Nabe ist gleichfalls leicht. Der Hub am Krummzapfen ist 8,5 *cm*, an der vorderen Trittkante 13 *cm*. Von den 7 Schnurläufen der Spindel dienen die 2 grösseren von $8\,^1/_4$ und 9 Zoll = 21,58 und 23,54 *cm* in Verbindung mit den 2 Schnurnuthen des kleinen Ringes am Rade für langsamen Gang, während die übrigen für verschiedene Grade des schnellen Ganges bestimmt sind. Für beide Arten ist nur je eine Schnur erforderlich, da sie für sämmtliche zusammengehörige Schnurläufe passt; der Spindelstuhl bleibt für jeden Grad der Geschwindigkeit an seinem Ort fest. Der kleinste Lauf des Radkranzes giebt der Spindel etwa die drei-

fache, der grösste etwa die fünffache Geschwindigkeit des Schwungrades. Erstere kam fast ausschliesslich zur Anwendung, und zwar für Messing und Holz.

Der Gang der Drehbank ist sehr leicht. Mit langsamster Spindelgeschwindigkeit macht die Schwungradwelle, angetrieben mit 60 Hüben in der Minute, nach Aufhören des Antriebs ohne Stichelwiderstand noch etwa 150 Umdrehungen.

Als Beispiel für die Leistungsfähigkeit dieser Drehbank möge Folgendes dienen Ein besonderes Tretrad ertheilte dem Schwungrad 25 Umdrehungen und dieses der Spindel 36 Umdrehungen in der Minute. Eine Stange von Bessemer-Stahl von 54 *mm* Durchmesser wurde mit *einem* Span abgesetzt auf 30 *mm*, ununterbrochen auf eine Länge von 30 *mm*. Es entstand ein Span, der, durch ein Glasrohr geleitet, nach 5 *m* Länge abriss. Der Vorschub des Stichels in Messerform betrug in der Minute 1 *mm*, sodass die Arbeit in 30 Minuten bewältigt war; die Abstumpfung war verhältnismässig nicht gross. Der Kranz eines Gusseisenrades von 31,4 *cm* Durchmesser wurde ohne Anstrengung abgedreht und mit einer Schnurnuth versehen. Mit Hülfe der Planscheibe wurden grössere Schnurläufe von Holz zur Bedrehung von Stücken bis zu 40 *cm* Durchmesser verwendet, die Spindel wurde zu diesem Zwecke erhöht. Mit einem „hübsch leichten Schwungrade" und grosser Geschwindigkeit wären solche Leistungen unmöglich gewesen.

Nr. 2. Eine kleine Drehbank hat folgende Verhältnisse: Länge 3 Fuss = 94 *cm*, Spitzenhöhe $4\frac{1}{2}$ Zoll = 11,8 *cm*, Raddurchmesser 24 Zoll = 63 *cm*, 4 Schnurläufe im Kranz und einen Ring von $9\frac{1}{2}$ Zoll = 24,8 *cm* Durchmesser mit einer Schnurnuth für langsamen Gang, Gewicht des Radkranzes etwa 20 *kg*, Hub am Krummzapfen 8,5 *cm*, an der Trittkante 13 *cm*, 5 Schnurläufe an der Spindel, deren grösster für langsamen Gang $5\frac{3}{4}$ Zoll = 15 *cm* Durchmesser hat, also auf eine Umdrehung des Schwungrades 1,65 Umdrehungen derselben ergiebt. Auf dieser Bank wurde mit langsamem Gang Atlasstahl von 26 *mm* Durchmesser mit *einem* Span auf 14 *mm* bei 30 *mm* Länge abgedreht. Bei ihrem leichten Gang eignen sich diese Drehbänke auch für kleinste Arbeiten.

Eine andere, nicht Hamann'sche Drehbank, die wohl gut gearbeitet, aber trotz plumper Konstruktion einzelner Theile mit hübsch leichtem Schwungrad versehen war, wurde mit der Drehbank Nr. 1 verglichen. Die Dimensionen und die Geschwindigkeitsverhältnisse waren fast dieselben, nur die Spindel der letzteren war erheblich dicker. Während bei gleich gross ertheilter Geschwindigkeit beider Schwungräder das Rad der Bank Nr. 1 noch 150 Umdrehungen machte, schlief das leichte Rad bereits nach 33 Umdrehungen sanft ein. Erst ein neu beschafftes Hamann'sches Rad der grösseren Art machte die Drehbank leistungsfähiger. Für den Liebhaber dürfte das „hübsch leichte Rad" noch käuflich sein.

Hier möchte ich noch auf einen Fehler aufmerksam machen, den ich an einer neu beschafften Drehbank Hamann'scher Konstruktion fand. Trotz schweren Schwungrades ging die Bank schwer. Ich fand, dass der Haken, da seine Aushöhlung einen zu kurzen Radius hatte, sich nur an zwei, um etwa 160° von einander abstehenden Stellen an den Krummzapfen legte, sich also beim Druck durch Treten klemmte und somit gewissermaassen als Reibungsbremse wirkte. Nach genauer Anpassung ging die Bank spielend leicht.

Welche seltsamen Vorstellungen man früher bei Mechanikern finden konnte, möge ein Vorfall zeigen, den mir ein Gehülfe bei Besprechung des behandelten Themas aus einer anderen Werkstatt erzählte und für wahr ausgab. Dort sollte ein Stahlstück an einer Drehbank mit hübsch leichtem Rade bedreht werden. Man wählte die denkbar ungünstigsten Verhältnisse und erzielte kein Resultat. Da gerieth ein feiner Kopf auf den genialen Vorschlag, den Amboss zu Hülfe zu nehmen: dieser, auf den hochgestellten Tritt gelegt, sollte die zwei Tretenden unterstützen. Den vereinten Bemühungen entsprach das Resultat: nach Bruch des Krummzapfens rollte das Rad davon.

Meine oben angeführte Behauptung über die ruhige gleichmässige Arbeit möge einen Beleg in dem von mir selbst Erlebten finden. Als Lehrling der Pistor & Martins'schen Werkstatt erhielt ich mit zwei älteren Kollegen eine Wettarbeit, für welche zwei Prämien in Höhe von zwei und einem Thaler ausgesetzt waren. Jeder von uns erhielt zur Bedrehung die gleiche Zahl gleichartiger Stahlstücke; dieselben mussten noch jedes mit zwei Gewinde- und zwei Schraubenlöchern versehen werden. Der eine Kollege, ein Mensch von gewaltigem Mundwerk, nahm

sofort den ersten Preis für sich in Anspruch, mir überliess er grossmüthig den „dritten" Preis. Er wie sein Mitkonkurrent wählten jeder eine Drehbank mit zu schnellem Gang, er selbst eine schwer gehende mit leichtem Schwungrad. Mir überliess er gern eine alte wenig gebrauchte Prismabank, die ein gutes Rad und eine mässige Geschwindigkeit hatte. Da ich stets bestrebt war, mein Werkzeug möglichst gut und vollständig zu halten, so konnte ich, in einem Reserveraum ungestört, sofort mit der Arbeit beginnen, während meine Konkurrenten erst Futter und Werkzeug herzurichten hatten. Am Abend war ich bei ruhiger, gleichmässiger Arbeit den beiden durch Hast in Schweiss gerathenen so weit voraus, dass sie noch zwei Stunden länger arbeiten mussten, um mich einzuholen. Nachdem dieses Spiel sich an zwei Tagen wiederholt hatte, boten sie mir einen Vergleich an, auf den ich auf Anrathen der Gehülfen und aus Rücksicht auf meinen wirklich bescheidenen Konkurrenten einging. Bis zur Fertigstellung konnte ich nun gewissermaassen ein Faullenzerleben führen, denn meine Loch- und Gewindearbeiten gingen glatt und ohne Bruch von Statten, während beide Kollegen die nur allzubekannten Nöthe durchzukosten hatten. Bei der gleichzeitigen Ablieferung erhielt ich den ersten Thaler, den ich zur Anschaffung einer gläsernen Spirituslampe und eines Feilklobens verwendete, während der Grossthuer den seinigen schleunigst verjubelte. Drei jüngere Kollegen stellten unter gleichen Bedingungen die Armaturen, bestehend aus Klemmschrauben, Zwingen und Federn, her. Hier erhielt als ruhigster und geschicktester der jüngste, unser alter Kollege Blankenburg, den ersten Preis.

Sollten in nicht zu ferner Zeit die vorhandenen „hübsch leichten Schwungräder" in das alte Eisen rollen, wo sie keine Gelegenheit mehr haben, vergeudete Kraft in Schweiss zu verwandeln, so würde das ein grosser Erfolg der vorliegenden Studie sein.

Kleinere Mittheilungen.

Die Allgemeine Gewerbeschule in Hamburg veröffentlicht den Jahresbericht für 1896/97. Sie hatte im Sommer 1896 2946, im Winter 1897 4056 Schüler, darunter waren 68 bezw. 82 Optiker und Feinmechaniker, 72 bezw. 80 Elektrotechniker und 17 bezw. 15 Uhrmacher. An die Maschinenbauschule ist im Berichtsjahre eine selbständige Abtheilung für Elektrotechnik angeschlossen worden. An Stelle des aus dem Lehrkörper ausgeschiedenen Herrn Ed. Meyer hat Herr H. Kollenberg den Unterricht im Fachzeichnen der Feinmachaniker übernommen. *H. K.*

II. Kraft- und Arbeitsmaschinen-Ausstellung München 1898.

Die preussischen, bayerischen und elsass-lothringischen Staatseisenbahnen, sowie die Main-Neckar-Bahn haben für die unverkauften Ausstellungsgegenstände frachtfreie Rückbeförderung zugestanden; die Verhandlungen mit den übrigen deutschen Eisenbahnen wegen Erlangung der gleichen Vergünstigung schweben noch.

Bücherschau und Preislisten.

1. **W. v. Knabbe,** Fräser und deren Rolle bei dem derzeitigen Stande des Maschinenbaues. 2. Aufl. 2 Theile. 8⁰. 340 S. nebst einem Atlas von 39 Tafeln. Berlin, Leonhard Simion. 1896. 12,00 *M.*
2. **P. N. Hasluck,** *Milling machines and processes.* 8⁰. XV, 352 S. mit über 300 Textfiguren. London, Crosby Lockwood & Son, 1892. Geb. in Leinw. 12,50 *M.*
3. **H. Weiss,** Die Werkzeugmaschinen zur Bearbeitung der Metalle. A. Hartleben's mechanisch-technische Bibliothek. Bd. VIII. 8⁰. VIII, 246 S. mit 64 Tafeln. Wien, Pest, Leipzig, A. Hartleben. 1897. 7,20 *M.*

Die oben genannten drei Bücher sind für das Gebiet der Werkzeugmaschinenkunde, insbesondere der Fräserei, von Bedeutung. Ein gemeinsamer Bericht über ihre Anlage und ihren Inhalt dürfte deshalb am Platze sein.

Das erste Buch von W. v. Knabbe, Professor am Technologischen Insitut zu Charkow, ist in erster Auflage bereits 1892 erschienen, also etwa gleichzeitig mit Hasluck's Werk über Fräsmaschinen. Man darf beiden Büchern in gleichem Maasse das Verdienst zuschreiben, eine Lücke in der Literatur der Werkzeugmaschinen zuerst ausgefüllt zu haben, insofern, als bis zum Erscheinen der Bücher ausführliche Sonderwerke über Fräserei nicht verhanden waren. Aufsätze über Theorie und Praxis der Fräserei, als Theile allgemeiner Werke oder als Ausstellungsberichte und Journalartikel waren schon vorher zahlreich vorhanden und sind auch von Knabbe in seinem Werke zum Theil berücksichtigt worden. Die schöne und eingehende Darstellung der Frästechnik in Rose's *Modern Maschine-Shop Practice* (London 1891) ist dem Verfasser offenbar nicht bekannt gewesen. Trotzdem kann man Knabbe's Werk

das Lob besonderer Gründlichkeit nicht vorenthalten. Während **Hasluck** mit Ausführlichkeit die praktische Seite der Frästechnik behandelt, sucht **Knabbe** auch eingehend die theoretischen Fragen aufzuhellen und wird darin unterstützt durch werthvolle Mittheilungen erster Firmen des Kontinents, Englands und Amerikas, deren Einrichtung und Konstruktionen er zum grössten Theil durch eigene Anschauung kennen gelernt hat. Amerika, das Ursprungsland der Frästechnik, hat **Knabbe** nicht besuchen können, dafür bietet aber **Hasluck's** Buch eine grosse Auswahl amerikanischer Maschinen und Spezialeinrichtungen, sodass sich beide Bücher in dieser Hinsicht ergänzen können.

Knabbe behandelt zunächst die Wirkungsweise der Fräser und knüpft an die Darlegung der Bestimmung des Arbeitsverbrauches der Fräsmaschinen vergleichende Untersuchungen ihres Arbeitsverbrauches mit dem anderer Arbeitsmaschinen. Nachdem zahlreiche Anwendungen der Fräserei im allgemeinen Maschinenbau erläutert worden sind, geht **Knabbe** auf die Peripherie- und Vorschubgeschwindigkeit ein. Die Zusammenstellung der Geschwindigkeitsangaben, welche dem Verfasser von namhaften Firmen gemacht worden sind, schwanken manchmal um 100 Prozent und mehr, sodass es kaum statthaft erscheint, über diese Geschwindigkeiten bindende Angaben zu machen. Vielmehr werden Tourenzahl des Fräsers und Vorschub von soviel variabelen Nebenumständen beeinflusst, dass es lediglich der Erfahrung des Arbeiters in den einzelnen Fällen vorbehalten bleiben muss, die geeigneten Geschwindigkeiten zu wählen. Sehr ausführlich behandelt das Buch ferner die Herstellung, Härtung und das Schärfen der Fräser unter Angabe zahlreicher Spezialeinrichtungen für diese Zwecke. Eine gleichfalls sehr eingehende Betrachtung der wichtigsten Fräsmaschinentypen beschliesst das Werk. Die Abbildungen in dem beigegebenen Atlas sind zum weitaus grössten Theil vorzüglich. Namentlich ist die Verwendung undeutlicher Katalog-Clichés auf ein Minimum beschränkt, während man bei **Hasluck** namentlich unter den Textfiguren viele findet, deren Verständniss durch zu kleinen Maassstab und mangelhafte Ausführung sehr erschwert wird. An recht bedenkliche Härten in der deutschen Ausdrucksweise des **Knabbe**schen Buches muss man sich beim Lesen erst gewöhnen; sie hätten leicht durch die deutsche Verlagsfirma abgestellt werden können.

Hasluck behandelt, wie schon bemerkt, namentlich die praktische Seite der Frästechnik und die englischen und amerikanischen Maschinen. Die Vollständigkeit und Gründlichkeit dürfte **Knabbe's** Buch für ein eingehendes Studium geeigneter machen.

Das an dritter Stelle genannte Buch von H. **Weiss** verbreitet sich, wie aus dem Titel hervorgeht, über das gesammte Gebiet der Werkzeugmaschinen. Man darf ohne Vorbehalt feststellen, dass es den besten Büchern aus der **Hartleben**'schen Bibliothek zur Seite gestellt werden kann. Das Buch behandelt namentlich eingehend die Konstruktions-Details und die mechanischen Grundgedanken der Werkzeugmaschinen, ohne die hierher gehörenden technologischen Erörterungen zu vergessen. Vf. hat hierbei Werke und Aufsätze namhafter Ingenieure benutzt. Das Buch ermöglicht, sich über jede wichtige Type der Werkzeugmaschinen gut und schnell zu orientiren. Den Vorwurf, das manchmal recht minderwerthige und ungünstig gruppirte Katalogfiguren verwendet sind, muss man jedoch auch auf das **Weiss**'sche Buch ausdehnen, wenn auch nicht verkannt werden soll, dass die ausschliessliche Verwendung guter Originalfiguren den Preis eines Buches beträchtlich erhöhen und dadurch seine Verbreitung vermindern würde.

G.

Carl Zeiss, Optische Werkstätte, Jena. Preisliste über photographische Objektive und optisch-photographische Hülfsapparate 1897.

Dieser neue Katalog ist gegen den letzten vom Jahre 1894 an Umfang und Inhalt erheblich vermehrt. Bemerkenswerth ist die Einführung von Normalfassungen für die Objektive, sowie eine Abänderung in der Abstufung der Blendenöffnungen für die Irisblenden. Die Abstufung der Irisöffnung wird jetzt in der Weise ausgeführt, dass man an einer aussen auf dem Rohre befindlichen Theilung den wahren Durchmesser der Oeffnung in *mm* abliest; um daraus für jedes einzelne Objektiv die relative Oeffnung, welche für die Expositionsdauer maassgebend ist, kennen zu lernen, muss man eine kleine von der Firma beigegebene Tabelle benutzen. Von den Anastigmaten enthält der neue Katalog nur 5 Serien (grösste relative Oeffnung $^1/_{6,3}$ $^1/_8$ $^1/_{7,2}$ $^1/_9$ $^1/_{18}$) gegen 7 Serien im Katalog von 1894; die Anastigmate $^1/_{4,5}$ und $^1/_{12,5}$ sind fortgefallen. Die mit VII bezeichnete Serie enthält die Anastigmatlinse (an Stelle der „Anastigmatsatzlinse" des alten Katalogs) Serie VIIa Satzanastigmate, d. h. Doppelobjektive aus je zwei Anastigmatlinsen der Serie VII. Ferner sind zwei Anastigmat-Sätze aus 3 bez. 4 Anastigmatlinsen aufgeführt. Den Schluss bildet das Teleobjektiv. Als Tele-Positiv wird, falls nicht ein beliebiges gut korrigirtes Dublet benutzt werden soll, ein Einzelobjektiv $^1/_3$ aus 4 Linsen empfohlen, welches zugleich als Portrait-Schnellarbeiter benutzt werden kann.

Die optisch-photographischen Hülfsapparate, welche der Katalog aufführt, sind Prismen zur Bildumkehrung, farbige Vorsatz-Gläser für Landschaftsaufnahmen, Vorsatz-Kuvetten für farbige Strahlenfilter, Lupen zur scharfen Einstellung, Objektiv-Verschlüsse. Die letzteren bestehen aus den schon im letzten Verzeichniss geführten Iris-Verschlüssen und dem in der mechanischen Werkstatt von Valentin Linhof fabrizirten Lamellen-Verschluss.

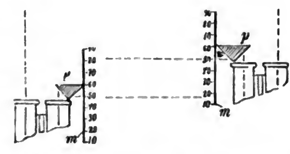
Ausser diesem allgemeinen Verzeichniss weist die Firma noch auf speziellere Druckschriften für Interessenten der Photographie hin, darunter auf eine Gebrauchsanweisung für Teleobjektive und ein Verzeichniss von photographischen Handkameras, welche mit Zeiss-Anastigmaten ausgestattet sind.

Dass die erfolgreichen Arbeiten der Firma auf dem Gebiete der Photographie nicht abgeschlossen sind, beweist die Mittheilung im Vorwort des vorliegenden Kataloges, wonach es gelungen ist, ein neues Objektiv von „besonders grosser Lichtstärke und einer bisher nicht erreichten Vollkommenheit sphärischer und anastigmatischer Korrektion“ zu berechnen, über welches die Firma demnächst Näheres mittheilen werde.

E. Br.

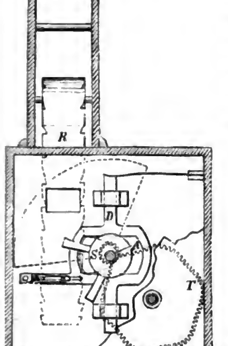
Patentschau.

Entfernungsmesser. G. Hartmann in Eiserfeld, Westfalen. 27. 3. 1896. Nr. 91 194. Kl. 42.

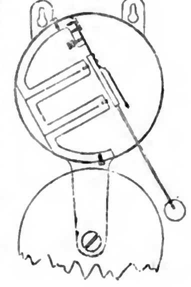


Das Instrument besteht aus zwei mit je einem Maassstab *m* und einem Prisma *p* versehenen Doppelferngläsern, wovon jeweils das eine auf das Ziel gerichtet ist und das andere zur Ablesung am Maassstab dient.

Soll eine Entfernung bestimmt werden, so stellen sich zwei Beobachter in dem zu Grunde gelegten Abstande von einander auf, richten das Doppelfernrohr auf das Ziel und beobachten, jeder für sich, einen ganz beliebigen Punkt des Zieles oder seiner Umgebung, sowie die Maassstabzahl, mit welcher der gewählte Zielpunkt zusammenfällt, worauf beide ihre Plätze wechseln, die Fernrohre vertauschen und die Beobachtung wiederholen. Nachdem jeder Beobachter für sich seine Ablesungen summirt hat, werden beide Ergebnisse addirt, und ihre erhaltene Gesammtsumme wird in einer entsprechenden Tabelle auf ihren Entfernungswerth nachgesehen.



Apparat zur Herstellung und Vorführung chronophotographischer Bilder. A. und L. Lumière in Lyon, Montplaisir. 18. 4. 1896. Nr. 90 850. Kl. 57. (Zus. z. Pat. Nr. 84 722.)



Um die Bewegung des Bildbandes *R* abzukürzen und die Stillstandsperioden zu verlängern, ist auf die Exzenterwelle *A*, bei deren Drehung die den Vorschub des Bilderstreifens vermittelnde Koulisse *D* hin- und hergeschoben wird, exzentrisch ein Zahnrad *S* aufgekeilt, welches von einem unrunden Zahnrad *T* seinen Antrieb erhält, wodurch eine ungleichförmige Bewegung der Exzenterwelle bewirkt wird.

Elektromagnetgestell aus Halbrundeisen. Hammacher & Paetzold in Berlin. 21. 7. 1896. Nr. 91 244. Kl. 21.

Das Elektromagnetgestell wird mitsammt den Kernen durch entsprechende Biegung und Zusammenlegung eines einzigen fortlaufenden Halbrundeisens gebildet.

Verfahren zur Erhöhung der Zähigkeit von Stahl. L. Grambow in Berlin. 26. 3. 1895. Nr. 92013. Kl. 18.

Die Gegenstände werden zunächst auf eine gleichmässige, sehr hohe Glühhitze bis zum Schwinden des krystallinischen Gefüges erhitzt und dann abgeschreckt. Sie werden hierdurch nicht nur sehr hart, sondern erhalten auch ein ausserordentlich feinkörniges Gefüge. Es folgt dann eine zweite, weniger starke Erhitzung der Gegenstände bis auf einen Grad der Rothgluth, der eine Härtung noch nicht zur Folge hat. Hierauf wird zum zweiten Male abgeschreckt. Die Gegenstände erhalten durch diese Behandlung eine grosse Zähhärte.

Patentliste.

Bis zum 12. Juli 1897.

Anmeldungen.

Klasse:

21. B. 20486. Hitzdrahtmessgeräth nach Hertz-schem Prinzip. C. Brod, Würzburg. 13. 3. 97.

B. 20183. Induktionsapparat. H. Boas, Berlin. 18. 1. 97.

B. 20491. Elektromagnetischer Stromunterbrecher. H. Boas, Berlin. 18. 1. 97.

G. 11349. Als Ein- und Ausschalter wirkender Gesprächszähler für Fernsprechzwecke. J. Gutmann, Berlin. 19. 3. 97.

R. 11008. Schaltung für Gesprächszähler. A. Rittershausen, Hamburg. 20. 3. 97.

T. 5296. Wechselstrom-Arbeitsmesser nach Ferraris'schem Prinzip. R. Theiler, Zug, Schweiz. 6. 2. 97.

42. L. 11213. Vorrichtung zum Fernanzeigen der Temperatur. M. Lorenz, Berlin. 3. 4. 97.

H. 17911. Flächenmessmaschine J. Heisig, Mittweida i. S. 27. 10. 97.

H. 17976. Entfernungsmesser, aus einem Doppelfernrohr mit davor angeordneten Prismen bestehend. G. Hartmann, Eiserfeld, Westf. 11. 11. 96.

48. R. 10891. Verfahren zum Nachbilden von Reliefs und ähnlichen Formen in Metall auf elektrolytischem Wege. J. Rieder, Thalkirchen b. München. 6. 2. 97.

49. W. 11800. Maschine zum Fräsen von Stirnzahnrädern mittels langen Walzenfräsers. H. C. Warren, Hartford, Conn., V. St. A. 27. 4. 96.

W. 11902. Metallscheere. B. Wesselmann, Göttingen. 1. 6. 96.

C. 6457. Handbohrgeräth zum Bohren von Löchern in Ecken und Winkeln. St. Mc. Clellan, San Marcos, Grfsch. Hays, Texas, V. St. A. 20. 11. 96.

M. 13008. Gewindeschneidwerkzeug mit mehreren Schneidzähnen. W. Mayer, Nürnberg. 10. 10. 95.

57. S. 9923. Einstellvorrichtung für Reproduktions-Kameras. F. O. Scott, Southwark, Engl. 23. 11. 96.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 93721. Gesprächszähler für Fernsprechanlagen. Telephon-Apparat-Fabrik Fr. Welles, Berlin. 30. 1. 95.

Nr. 93723. Empfangsinstrument mit zwischen zwei Elektromagneten schwingendem Anker. Electric Selector & Signal Co., New-York. 1. 9. 96.

Nr. 93724. Bogenlampe. M. Schmitt, Lemberg. 13. 9. 96.

42. Nr. 93688. Apparat zur Bestimmung der Sehweite, des Pupillenabstandes und der Augengläser. L. A. Beckmann, Otterndorf. 29. 7. 96.

Nr. 93734. Schraubenlehre mit Angabe des Flächeninhalts der Querschnitte gemessener Rundstäbe. K. Wartmann, Dortmund 20. 2. 97.

Nr. 93778. Parallelführung der Linsenfassungen zusammenlegbarer Ferngläser J. Aitchison, London. 1. 12. 96.

Nr. 93787. Phonograph. E. Eisemann, Stuttgart. 1. 9. 96.

Nr. 93848. Absorptionsapparat zur Analyse von Gasgemischen. M. Arndt, Aachen. 19. 6. 96.

49. Nr. 93717. Schweissverfahren mit Hülfe des elektrischen Stromes. Kalker Werkzeugmaschinenfabrik L. W. Breuer, Schuhmacher & Co., Kalk. 6. 2. 96.

Nr. 93762. Reibahle mit unterbrochenen Schneidkanten. Gebr. Saacke, Pforzheim 16. 9. 96.

Nr. 93805. Vorrichtung zum Fräsen von unrunden Gegenständen. F. v. Krempelhuber, Nürnberg. 21. 4. 96.

Nr. 93808. Schneidwerkzeug für Metall, Holz u. dgl. F. Brunner, München. 18. 7. 96.

57. Nr. 93704. Schlitzverschluss mit schwingendem Verschlussgehäuse. H. Plump, Berlin. 3. 11. 96.

Nr. 93799. Blende zur Regulirung der Intensitäten der verschiedenen Farben des Lichtes. J. W. Mc. Donough, Chicago. 23. 6. 96.

Briefkasten der Redaktion.

Wer fertigt nichtmetallische unveränderliche Messbänder?

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 16. 15. August. 1897.

Apparat zur Imprägnirung von Holz.

Von Dr. **H. Stadthagen** in Berlin.

Bei einer Untersuchung, deren Ausführung mir vom Zentralbureau der Internationalen Erdmessung Ende des Jahres 1894 übertragen wurde und über deren Ergebniss in *Wied. Ann. 61. S. 208. 1897* unter dem Titel: „Untersuchungen über die Abhängigkeit der Längenänderung von Holzstäben von Feuchtigkeit und Temperatur von H. Stadthagen" ein vorläufiger kurzer Bericht veröffentlicht ist, sollten auch Holzstäbe imprägnirt werden. Es handelte sich darum zu ermitteln, ob eine Imprägnirung des Holzes mit Stoffen, wie Paraffin, Leinöl, Schellackfirniss eine wesentliche Verminderung seiner Längenänderung mit der Feuchtigkeit hervorzurufen im Stande wäre.

In dem erwähnten Berichte ist näher dargelegt worden, warum zunächst nur eine Imprägnirung mit Leinöl versucht ist, wie die damit imprägnirten etwas über 1 *m* langen Tannenholz-Stäbe nachher behandelt sind und welche Resultate die Messungen und Wägungen dieser und anders bearbeiteter Stäbe in der Zeit vom September 1895 bis Mai 1896 ergeben haben, während der sie unter verschiedenen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen im Komparatorsaal der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission auf einem besonders konstruirten Holztisch lagen.

Hier soll vor Allem der Imprägnirungs-Apparat, den Herr R. Fuess in Steglitz bei Berlin nach meinen Skizzen und Angaben konstruirt hat, beschrieben werden.

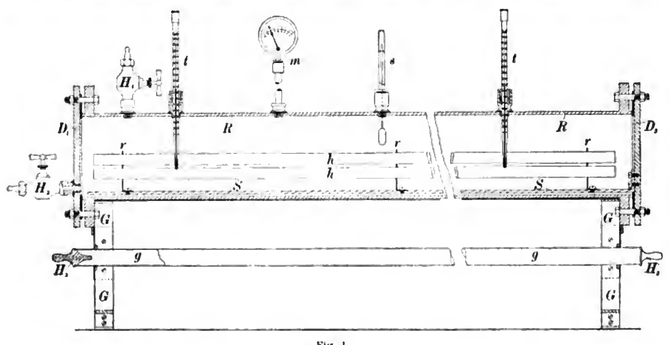


Fig. 1.

Die gusseiserne Röhre *R (Fig. 1 u. 2)*, welche zur Aufnahme von 4 Stäben *h* bestimmt ist, ist luftdicht verschlossen, an den Seiten mit den beiden Eisendeckeln D_1 und D_2. Die Stäbe ruhen auf 3 Stellen in einem Rahmen *r* aus Messing an je 2 schmalen Flächen auf. Die drei Rahmen *r* sind auf einer Eisenschiene *S* befestigt, die ihrerseits mit dem einen Deckel D_2 verbunden ist.

Die Röhre *R* ruht auf einem Gestell aus Eisenblech und Eisenstäben *G*, durch das die gusseiserne Röhre *g* mit einigen 40 Flämmchen-Oeffnungen *F* hindurchgeht. Das Gas kann von beiden Seiten durch die Oeffnungen H_3 eintreten, die durch Schläuche mit dem Gashahn in Verbindung gesetzt werden.

In die Röhre *R* ragen mit luftdichtem Abschluss hinein zwei in ganze Grade bis über 110° eingetheilte Quecksilberthermometer *t*, sowie ein Schwimmer *s* aus Glas. Derselbe hat den Zweck, anzuzeigen, wie hoch das Oel, nachdem es in die Röhre *R* hineingelassen ist, in derselben steht. Ist der Schwimmer bis zum Strich emporgestiegen, so steht das Oel bis etwa 2 *cm* über den oberen Stäben.

Der Hahn H_1 vermittelt die Verbindung mit einer Luftpumpe; den Ueber- oder Unterdruck, der mit derselben erzeugt wird, giebt das Manometer *m* an. Der Hahn H_2 endlich führt zu einem auch seinerseits mit einem Hahn abgeschlossenen, hier nicht gezeichneten Gefäss, in dem das Oel vorgewärmt wird. Das Blech des Gestells *G* umhüllt, wie man in der Zeichnung des Querschnitts *(Fig. 2)* sieht, den ganzen unteren Theil der Röhre *R*, sodass noch ein Luftraum bleibt, der eventuell auch durch Sand ausgefüllt werden kann, wenn die Erwärmung nicht gleichmässig genug vorgehen sollte.

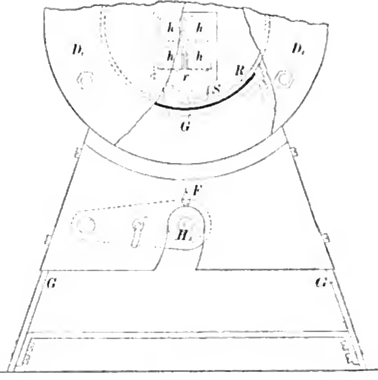


Fig. 2.

Die Dichtungen sind sämmtlich aus Leder ausgeführt. Sie haben sich sehr gut bewährt, wie überhaupt die ganze einfach, aber solide ausgeführte Anlage, sodass der Apparat bei der Imprägnirung recht gut funktionirte.

Diese wurde folgendermaassen bewerkstelligt:

Nachdem 4 Stäbe in das Rahmengestell hineingethan und der Deckel D_1 fest aufgeschraubt war, wurde die Luft in der Röhre auf etwa $+90°C$ erwärmt, unter gleichzeitigem Auspumpen bis herab zu 150 *mm* Druck. Nach einiger Ruhe, während die Thermometer auf $+80°$ herabgegangen waren, wurde noch einmal erwärmt, und zwar jetzt bis auf $+105°$. In dieser Zeit stieg das Manometer wieder etwas, wohl in Folge des jetzt aus dem Stabe getriebenen Wasserdampfes und der mit demselben fortgerissenen Luft. Es wurde nun, während die Temperatur auf über 100° gehalten wurde, noch einmal, und zwar bis unter 100 *mm*, ausgepumpt. Darauf liess ich das Ganze sich allmählich abkühlen unter Beibehaltung des Unterdrucks. Etwa 1½ Stunden nach Beginn des Versuchs wurde das inzwischen auf $+35°$ vorgewärmte Leinöl hineingelassen. Jetzt wurde bis auf $+65°$ erwärmt und Ueberdruck von 1½ Atm. erzeugt. Unter diesen Verhältnissen liess ich den Apparat ¾ Stunden lang, worauf das Oel wieder abgelassen wurde. Die Stäbe wurden nach einiger Abkühlung der Röhre aus dieser herausgenommen und dann an Luft und Sonne getrocknet.

Es sei noch erwähnt, dass die Resultate der Imprägnirung bei verschiedenen Versuchen und verschiedenen Stäben sehr abweichende waren. Während einige der in rohem Zustande etwa 150 *g* wiegenden Stäbe nur 20 bis 30 *g* an Gewicht zunahmen, hatten andere bei der Imprägnirung mit Leinöl so viel von diesem Stoff in sich aufgenommen, dass sie nachher fast 250 *g* wogen.

Von Interesse für die Leser dieser Zeitschrift ist vielleicht noch der Tisch, auf dem die Stäbe während der langen Pausen zwischen den Beobachtungen lagen. Die Bedingungen waren, dass die Stäbe möglichst auf allen Seiten den umgebenden Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen frei ausgesetzt sein sollten, dass sie sich aber auch ihrer ganzen Länge nach in möglichst gleichen äusseren Verhält-

nissen befänden, also horizontal gelagert wären, ohne jedoch Durchbiegungen zu erleiden. Ausserdem musste vermieden werden, dass an den Auflagerungsstellen eine Verunreinigung oder Veränderung der Holzlatten erfolgen konnte.

Aus diesen Erwägungen heraus gelangte ich zur Konstruktion eines in *Fig. 3* im Aufriss und Grundriss skizzirten beinahe 2 *m* langen Tisches aus Holz [1]), dessen mittlerer Theil (1,1 *m*) durch 56 schmale, oben leicht abgerundete Stäbchen *s* gebildet wird. Ihre Stabilität ist durch 6 stärkere Längsleisten *l* gesichert. Die Seitenversteifungen des Tisches, die Zargen, sind in diesem mittleren Theil nach Möglichkeit ausgeschnitten, um auch von unten völlig freie Luftumspülung der Latten zu erreichen. Die Seitentheile des Tisches dienen zur Aufstellung des Thermographen und des Psychrometers. Der Tisch hat seinen Zweck gut erfüllt.

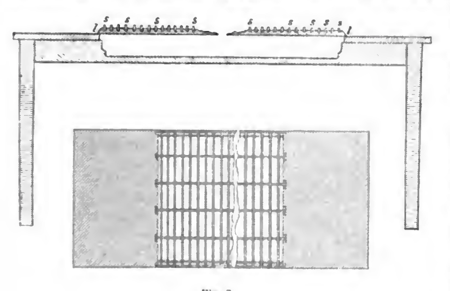


Fig. 3.

Eine kleine Einrichtung sei noch beschrieben, die nöthig war, um die Meterstäbe mit Hülfe einer gewöhnlichen Waage, der Waage Lange der Normal-Aichungs-Kommission, bequem und schnell wägen zu können. Es wurde dazu die eine Schale der Waage durch ein Gehänge ersetzt, das in *Fig. 4* gezeichnet ist. Der 39 *cm* lange Messingstab *m* geht erst durch den Boden der Waage, dann durch die Tischplatte *p* hindurch. An ihm hängt das 11 *cm* lange Messinggestell *g* mit den beiden 24 *cm* von einander entfernten Bügeln *b*, in die die Stäbe bequem hineingelegt werden können. Es hat sich bei den Beobachtungen ein sehr sicheres und ruhiges Aufliegen ergeben, sodass eine völlig ausreichende Genauigkeit von einigen Milligramm erzielt werden konnte.

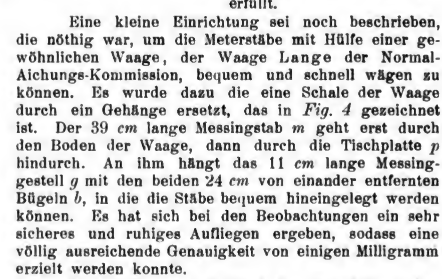


Fig. 4.

Muss in Bezug auf die bisher abgeleiteten Resultate der Untersuchungen auf den oben erwähnten Bericht in Wiedemann's Annalen verwiesen werden, so will ich doch hier bemerken, dass die Imprägnirung in der ausgeführten Weise bisher einen wesentlichen praktischen Nutzen nicht hat erkennen lassen.

Neuerdings ist im Uebrigen die Frage zweckmässiger Latten für die Präzisionsnivellements in ein ganz neues Stadium getreten durch die Erfindung der Eisen-Nickel-Legirung durch Herrn E. Guillaume [2]). Der Uebelstand der starken thermischen Ausdehnung der Metalllatten ist dadurch beseitigt; es bleibt allerdings noch der der bedeutend grösseren Schwere. Sollte das neue Metall nicht nach anderen Richtungen Nachtheile bieten, so liesse sich dieser Uebelstand vielleicht durch eine geeignete Form der Latten, etwa durch H- oder Doppel-T-Form, genügend herabmindern, sodass sie praktisch verwendbar würden.

[1]) Zuerst beschrieben in meinem Bericht „Ueber die Abhängigkeit der Holzstäbe von Temperatur und Feuchtigkeit" in den *Verhandlungen der 11. Allgemeinen Konferenz der Internationalen Erdmessung, I. Theil: Sitzungsberichte, S. 26. 1896;* die Figuren 3 u. 4 sind der im Eingange der vorliegenden Arbeit genannten Abhandlung aus Wied. Ann. entnommen

[2]) S. *Zeitschr. f. Instrkde. 17. S. 155. 1897.*

Für die Praxis.

Neuere Verfahren zur Bearbeitung von Aluminium.

In *Engl. Mech. 65. S. 27. 1897* werden nach *Alumin. World* einige Verfahren besprochen, um Aluminium zu poliren. Als erstes ist angegeben, dass Aluminium ebenso wie Messing auf einer Lederscheibe mittels Roth polirt werden kann, was sich für glatte Flächen eignen dürfte.

Ein als *„Acme polish"* angeführtes Polirmittel, das sich in Amerika einen wohlverdienten Namen erworben haben soll, besteht aus 1 Thl. Stearinsäure, 1 Thl. Walkerthonerde und 6 Thl. Trippel; das Ganze wird sehr fein zermahlen und gut vermischt und mit einem Leder- oder gewöhnlichen Lappenballen benutzt.

Ferner ist die mechanische Bearbeitung des Aluminiums mit einer schnelllaufenden Stahlkratzbürste erwähnt, wodurch Sand-Gusswaaren einen hohen Glanz erhalten und die durch zu heisses Metall hervorgebrachten gelben Streifen entfernt werden; eine feine Bürste giebt eine bessere Glätte. Durch diese Bearbeitung bekommt der Gegenstand ein rauhes, gekörntes Aeussere, welches vielfach eine gute Wirkung ausübt. Fett und Schmutz entfernt man durch Eintauchen in Benzin.

Um die dem Aluminium eigene schöne weisse Farbe hervortreten zu lassen, tauche man den Gegenstand in eine starke Lösung von Aetznatron oder Aetzkali; alsdann bringe man ihn in eine Mischung von 2 Theilen konzentrirter Salpetersäure und 1 Thl. konzentrirter Schwefelsäure, darauf in reine Salpetersäure und alsdann in eine Mischung von Essig und Wasser. Nachdem endlich der Gegenstand vollständig gewaschen worden, wird er, wie üblich, in heissen Sägespänen getrocknet. Das Poliren geschieht mittels Blutsteins oder Polirstahls.

Für das Poliren von Hand ist als Schmiermittel eine Mischung von Vaselin und Kerosin-Oel oder eine Lösung von etwa 35 *g* pulverisirten Borax in 1 *l* heissem Wasser, dem einige Tropfen Ammoniak zugesetzt sind, angegeben. Für Dreharbeiten würde der Polirer vortheilhaft auf den Fingern seiner linken Hand ein mit einer Mischung von Vaselin und Kerosin angefeuchtetes Stück Flanell tragen und es mit dem Metall in Berührung bringen, um eine dauernde Schmierung zu haben. Bei sehr schneller Bewegung des zu polirenden Stückes ist starkes Schmieren mittels Oels unbedingt nothwendig.

Durch anfängliches Poliren des Metalles und darauf folgendes Prägen mit einem polirten Stempel, der unpolirte Figuren im Relief zeigt können sehr schöne Wirkungen erzielt werden.

Auch neue Aluminiumlothe werden jetzt wieder in den Handel gebracht. So berichten die *Mitth. der Ver. d. Kupferschmiedereien Deutschlands 8. S. 1918. 1897* über ein von Herrn H. Lienhard in Zürich (Weststr. 3) erfundenes Loth, das mittels gewöhnlichen Kolbens und Löthwassers verarbeitet werden kann, nur muss man das Loth mit dem Kolben kräftig verreiben; dasselbe soll sich auch zur Verbindung von Aluminium mit Eisen, Stahl, Kupfer, Messing u. s. w. verwenden lassen. Die Farbe des Lothes ist der des Aluminiums sehr ähnlich; wie es der Einwirkung von Säuren, Beizen und der Luft widerstehe, hat die genannte Quelle noch nicht untersuchen können.

Die Firma Bluth & Cochius in Berlin bringt ferner ein Loth in den Handel, das mittels Stichflamme oder Bunsenbrenners auf die gewöhnliche Weise gehandhabt wird und sich nach privaten Mittheilungen sehr gut bewährt.

Ueber das Magnetisiren von Nadeln für astatische Galvanometer.

Von W. H. Pretty.

The Electrician 39. S. 226. 1897.

Das Magnetisiren von astatischen Systemen bereitet häufig grosse Schwierigkeiten, namentlich wenn es sich um solche für hochempfindliche Galvanometer handelt, z. B. vom Thomson-Typus, denn von der Stärke der Magnetisirung und der Vollkommenheit der Astasirung hängt die Empfindlichkeit des Instrumentes ab. Die üblichen Magnetisirungsmethoden, wie Streichen mit einem permanenten Magneten, Halten zwischen die Pole eines kräftigen Elektromagneten oder das Magnetisiren mittels eines Solenoids, führen bei solchen feinsten astatischen Systemen nicht zum Ziel, da hierbei die beiden Theile des Systems getrennt behandelt werden müssen, und daher beim Magnetisiren des einen Theils durch die zerstreuten Kraftlinien der andere wieder ganz oder theilweise entmagnetisirt wird; dadurch wird eine vollständige Astasirung unmöglich, auch werden hierbei häufig mechanische Deformationen veranlasst.

Pretty giebt nun eine einfache Methode an, welche sich vortheilhaft für derartige Systeme verwenden lässt, eine vollkommene Astasirung bei magnetischer Sättigung zulässt und jede Beschädigung ausschliesst.

Er bettet das System zwischen zwei Holzstücke so ein, dass es vollkommen fest und sicher ruht, wodurch es vor Beschädigung und Formveränderung geschützt ist. Dann legt er dasselbe auf die Pole eines kräftigen Elektromagneten und darüber ein Stück weiches Eisen, welches den magnetischen Kreis vervollständigt. Die Kraftlinien gehen dann von einem Pol des Elektromagneten durch eine Systemhälfte nach

dem Eisenstück, von dort durch die andere Hälfte nach dem anderen Pol des Elektromagneten. Da das astatische System bei dieser Methode zwischen Elektromagnet und Anker liegt, so geht durch seine beiden Hälften die gleiche Anzahl von Kraftlinien in entgegengesetzter Richtung; man erhält also mit einer einmaligen Magnetisirung ein kräftiges und gleichzeitig vollkommen astatisches System. Der Stromkreis des Elektromagneten wird natürlich erst nach dem Auflegen des eingebetteten Systems sammt Anker geschlossen und vor dem Abheben wieder unterbrochen.

Bornhäuser.

Personen-Nachrichten.

Herr Dr. **A. Marcuse,** Astronom bei der Kgl. Sternwarte in Berlin, hat sich an der dortigen Universität als Privatdozent für Astronomie habilitirt.

Die Akademie der Wissenschaften in Wien ernannte zu auswärtigen Mitgliedern den o. Professor der Physik an der Universität Berlin, Dr. **W. v. Bezold** und den Direktor des Astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam, Prof. Dr. **H. C. Vogel.** — Letzterer wurde auch zum Mitgliede der Akademie der Wissenschaften in Amsterdam ernannt. — Der Direktor des Geodätischen Instituts in Potsdam, Prof. Dr. **Helmert,** ist zum Mitgliede der *Academia dei Lincei* gewählt worden.

Dr. **Petersen,** der Vorsitzende des Physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M., sowie Dr. **Epstein,** der frühere Leiter der Lehranstalt dieses Vereins, sind zu Professoren ernannt worden.

Kleinere Mittheilungen.

69. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte
in Braunschweig, vom 20. bis 25. Sept. 1897.

Die Einladung ist am Anfang d. M. versandt worden; derselben sei Folgendes entnommen.

Die *Abtheilung für Instrumentenkunde* (Einführender: Hr. Fr. Ritter v. Voigtländer, Schriftführer: Hr. Dr. D. Kaempfer, Neue Promenade 17) hält ihre Sitzungen im Alten Krankenhause, Innerer Pavillon, Zimmer 40/42 ab; die angemeldeten Vorträge sind:

1. Hr. E. Abbe (Jena), Thema vorbehalten. 2. Hr. P. Bergholz (Bremen), Erfahrungen an elektrisch registrirenden Apparaten für meteorologische Zwecke. 3. Hr. S. Finsterwalder (München), Der Phototheodolit. 4. Hr. A. Gleichen (Berlin), Das Problem der veränderlichen Vergrösserung bei Fernrohren (mit Demonstrationen). 5. Hr. H. Haensch oder Hr. A. Martens (Berlin), Neuere Apparate von Franz Schmidt & Haensch. 6. Hr. G. Halle (Rixdorf), Erläuterungen von Apparaten zum Messen von Prismenwinkeln und Planparallelplatten. 7. Hr. C. Linde (München), Demonstration eines Laboratoriumsapparates zur Verflüssigung von Luft. 8. Hr. St. Lindeck (Charlottenburg), Thema vorbehalten. 9. Hr. B. Pensky (Berlin), Thema vorbehalten. 10. Hr. A. Raps (Berlin), Neuere Spiegelgalvanometer, Funken - Induktoren u. s. w. von Siemens & Halske. 11. Hr. R. Thoma oder Hr. R. Jung (Heidelberg), Mikrotom für Gehirnschnitte (Demonstration).

Die Abth. für Instrumentenkunde wird gemeinsame Sitzungen abhalten:

1. mit der *Abth. für Anatomie* am Donnerstag, d. 23. Sept., 10 Uhr Vm. (im Polytechnikum, Zimmer 23) zur Anhörung des unter 11. aufgeführten Vortrags.

2. mit der *Abth. für Physik* an demselben Tage 11 Uhr Vm. (im Polytechnikum, Zimmer 12) zur Anhörung des oben unter 7. aufgeführten Vortrages von Hr. C. Linde, sowie eines von Hr. J. Schubert (Eberswalde), Demonstration eines Schleuderthermometers mit Strahlenschutz.

Ferner soll gemeinsam mit der *Abth. für wissenschaftliche Photographie* am Dienstag, d. 21. Sept., 3 Uhr Nm., die optische Anstalt von Voigtländer & Sohn besucht werden.

Wie bereits früher mitgetheilt (*Vbl. 1897. S. 61*), werden am Mittwoch, d. 22. September (Vm. 10 Uhr u. Nm. 3 Uhr) gemeinsame Sitzungen der gesammten naturwissenschaftlichen Hauptgruppe unter Betheiligung aller interessirten medizinischen Abtheilungen unter Vorsitz von Hr. J. Wislicenus (Leipzig) in Brünig's Saalbau stattfinden, um über die *wissenschaftliche Photographie* und ihre Anwendung auf den verschiedenen Gebieten der Naturwissenschaften und Medizin zu verhandeln. Hierzu haben angemeldet:

1. Hr. H. W. Vogel (Charlottenburg), Einleitender Vortrag über den jetzigen Stand der wissenschaftlichen Photographie. 2. Hr. René du Bois-Reymond (Berlin), Die Photographie in ihrer Beziehung zur Lehre vom Stehen und Gehen. 3. Hr. M. Levy (Berlin), Ueber Abkürzung der Expositionszeit bei Aufnahme mit Röntgen-Strahlen. 4. Hr. O. Lassar (Berlin), Referat über die medizinische Anwendung der Photographie. 5. Hr. E. Selenka (München), Ueber

die Anwendung der Photographie bei Forschungsreisen unter Vorführung der von seinen indischen Reisen mitgebrachten Glasphotographien. — Weitere Vorträge und Referate stehen in Aussicht, weitere Anmeldungen werden erbeten.

In der *Abth. für wissenschaftliche Photographie* haben u. A. angemeldet:

1. Hr. A. Miethe (Braunschweig), Fortschritte der photographischen Optik. 2. Hr. v. Rohr (Jena), Ueber ein neues Objektiv aus der optischen Werkstätte von Carl Zeiss (mit Demonstration). 3. C. B. Schürmayer, Zur mikroskopischen Technik (mit Demonstration).

Die *Abth. für Physik und Meteorologie* will die physikalischen Sammlungen der Technischen Hochschule und am Donnerstag, d. 23. Sept., Nachmittags, das physikalische Laboratorium der Herren J. Elster und H. Geitel in Wolfenbüttel besuchen; zu einer Besichtigung der meteorologischen Station auf dem Brocken bietet sich am Sonntag, d. 26. Sept., Gelegenheit.

Die *wissenschaftliche Ausstellung* (im Alten Krankenhause), deren Besichtigung dem VIII. Mechanikertage bereits für Sonnabend, d. 18. Sept., ermöglicht worden ist, zerfällt in 6 Gruppen: 1. Wissenschaftliche Photographie; 2. Instrumentenkunde; 3. Mikroskopie; 4. Demonstrations- und Schulapparate für Physik, Chemie, Naturbeschreibung und Geographie; 5. Bakteriologie und innere Medizin; 6. Chirurgie und Orthopädie. Hervorzuheben sind folgende Anmeldungen: Aus 1. Astronomische Photographien; Röntgen-Photographien und neueste Apparate hierzu; Photogrammetrische Aufnahmen; Mikrophotographien. 2. Drude's Apparate zur Messung der Dielektrizitäts-Konstanten; Apparate von Siemens & Halske, Carl Zeiss, Franz Schmidt & Haensch, Keiser & Schmidt; Linde's Verflüssigungsapparat; Gebr. Körting's Gasdynamo; Integratoren und Analysatoren von Coradi. 5. Krankenzimmer für Infektionskrankheiten; Bakteriologisches Laboratorium; Darstellung der verschiedenen Arten von Kindermilch. 6. Moderner Operationssaal; Orthopädisches Uebungszimmer.

Die Ausstellung verfügt über Wasser-, Gas- und elektrische Kraft; etwaige weitere Anmeldungen sind an Hr. Dr. Kaempfer zu richten, die auszustellenden Gegenstände zwischen dem 1. und 10. Sept. einzuliefern.

Von Vergnügungen sind geplant: am 20. Sept. Fest-Vorstellung im Herzogl. Hoftheater, am 21. Sept. Festessen, am 22. Sept. Kommers, am 23. Sept. Ball, am 25. Sept. Ausflug nach Harzburg, am 26. Sept. Ausflüge nach Wernigerode und Rübeland, nach Goslar, nach dem Brocken.

Die Elektrotechnische Anstalt des Phys. Vereins zu Frankfurt a. M. eröffnet am 19. Oktober d. Js. den neuen Unterrichtskursus. Umfang des Unterrichts und Aufnahmebedingungen sind im Wesentlichen unverändert geblieben. Aufnahmegesuche und Anfragen sind an den Leiter der Lehranstalt Herrn Dr. Déguisne (Stiftstr. 32) zu richten, welcher der Nachfolger von Herrn Prof. Dr. J. Epstein (vgl. *Vbl. 1897. S. 68*) geworden ist.

Technikum Mittweida.

Dieses unter Staatsaufsicht stehende, höhere technische Institut zur Ausbildung von Elektro- und Maschinen-Ingenieuren, Technikern und Werkmeistern zählte im vergangenen 30. Schuljahre 1698 Besucher. Unter den Geburtsländern der Besucher sind die Staaten aller Erdtheile, unter den Eltern der Studirenden die verschiedensten Stände, namentlich aber Fabrikanten, Ingenieure, Baugewerke, Beamten und Kaufleute vertreten. Der Unterricht in der Elektrotechnik wurde auch im letzten Jahre wieder erheblich erweitert und wird durch die reichhaltigen Sammlungen, Laboratorien, Werkstätten und Maschinenanlagen u. s. w. sehr wirksam unterstützt. Das Wintersemester beginnt am 18. Oktober; die Aufnahmen für den am 27. September beginnenden unentgeltlichen Vorunterricht finden von Anfang September an wochentäglich statt. Ausführliches Progamm mit Bericht wird kostenlos vom Sekretariat des Technikums Mittweida (Königreich Sachsen) abgegeben.

Bücherschau.

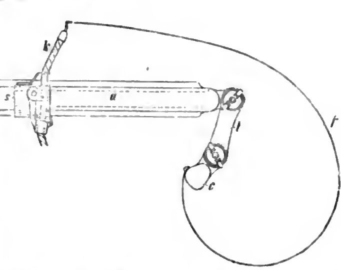
C. F. Allsop, *Telephones, their Construction and Fitting.* 4. Ausg. 8°. 272 S. m. 210 Fig. London 1897. Geb. in Leinw. 5,20 M.

E. H. Crapper, *Practical electrical Measurements.* 128°. 13 S. London 1897. Geb. in Leinw. 2,70 M.

P. Jenisch, Haustelegraphie. Eine gemeinverständl. Anleitg. zum Bau elektr. Haus-Telegraphen, Telephon- u. Blitzableiter-Anlagen. gr. 8°. VII, 233 S. m. 312 Abbildgn. Berlin, M. Rockenstein. 3,00 *M.*; geb. in Leinw. 3,60 *M.*

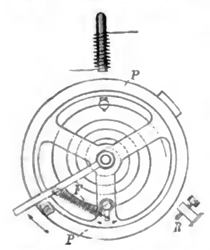
Patentschau.

Elastisches Kurvenlineal mit Einstellung durch eine Schnur. W. Rockenstein in Offenbach. 4. 7. 1896. Nr. 91 684. Kl. 42.

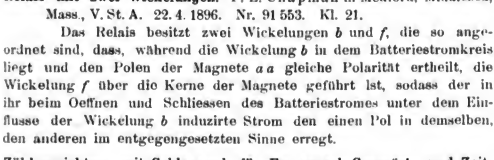


Dieses Kurvenlineal besteht aus einer verstellbaren Blattfeder *f*, deren eines Ende an dem äussersten Gliede eines aus drei gelenkig mit einander verbundenen und gegen einander stellbaren Gliedern *abc* bestehenden Hebels befestigt ist, und deren anderes frei bewegliches Ende mit einer in ihre Längsrichtung verstellbaren Schnur *k* in Verbindung steht, die an einem auf dem grösseren Gliede *a* verschiebbaren Gleitstück *s* festgeklemmt wird.

Einseitig wirkendes Stromschlusswerk mit Korrektureinrichtung. Siemens & Halske in Berlin. 6. 8. 1896. Nr. 91 358. Kl. 21. (II. Zus. z. Pat. 89 556 u. I. Zus. z. Pat. 89 557.)

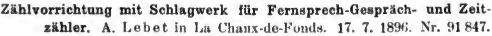


Die Erfindung bezieht sich auf eine Abänderung des einseitig wirkenden Stromschlusswerkes der durch Pat. Nr. 89 556 geschützten Art. Zum Zwecke einer genauen Regelung der Schwingungsdauer des Schwungkörpers *P* wird hier eine regulirbare Spannfeder *F* durch den Schwungkörper gegen Ende einer jeden ganzen Schwingung, je nach der Grösse der Pendelschwingungen, durch einen Anschlag *R* mehr oder weniger gespannt, wo hingegen dieselbe während der übrigen Schwingungszeit von dem Schwungkörper *P* mitgenommen wird und so denselben nicht beeinflusst.

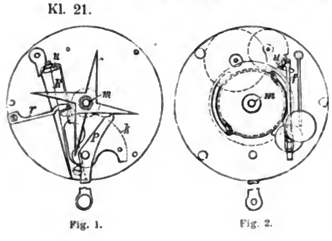


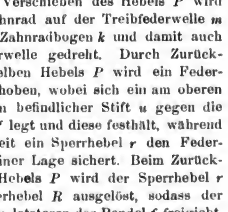
Relais mit zwei Wickelungen. F. E. Chapman in Medford, Middlesex, Mass., V. St. A. 22. 4. 1896. Nr. 91 553. Kl. 21.

Das Relais besitzt zwei Wickelungen *b* und *f*, die so angeordnet sind, dass, während die Wickelung *b* in dem Batteriestromkreis liegt und den Polen der Magnete *a a* gleiche Polarität ertheilt, die Wickelung *f* über die Kerne der Magnete geführt ist, sodass der in ihr beim Oeffnen und Schliessen des Batteriestromes unter dem Einflusse der Wickelung *b* induzirte Strom den einen Pol in demselben, den anderen im entgegengesetzten Sinne erregt.



Zählvorrichtung mit Schlagwerk für Fernsprech-Gespräch- und Zeitzähler. A. Lebet in La Chaux-de-Fonds. 17. 7. 1896. Nr. 91 847. Kl. 21.

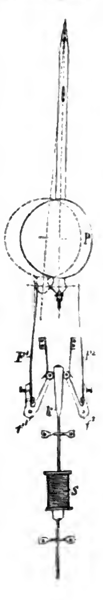

Fig. 1. Fig. 2.



Beim Verschieben des Hebels *P* wird ein in ein Zahnrad auf der Treibfederwelle *m* eingreifender Zahnradbogen *k* und damit auch die Treibfederwelle gedreht. Durch Zurückschieben desselben Hebels *P* wird ein Federhebel *R* verschoben, wobei sich ein am oberen Ende desselben befindlicher Stift *u* gegen die Pendelstange *f* legt und diese festhält, während zu gleicher Zeit ein Sperrhebel *r* den Federhebel *R* in seiner Lage sichert. Beim Zurückdrücken des Hebels *P* wird der Sperrhebel *r* von dem Federhebel *R* ausgelöst, sodass der Stift *u* an dem letzteren das Pendel *f* freigiebt.

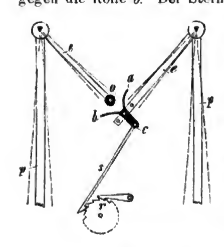
Elektrizitätszähler. J. Telge in Oldenburg i. Gr. 3. 2. 1895. Nr. 91 646. Kl. 21.

Die beiden Federn $F^1 F^2$, zwischen denen das Pendel P schwingt, und die in bekannter Weise von dem zu messenden Strome verstellt werden, sind hier als Arme von Winkelhebeln $f^1 f^2$ ausgebildet, die einen kegel- oder keilförmigen Gleitkörper k zwischen sich fassen. Dieser Körper k wird durch die Stromspule S eingestellt.



Koïnzidenzenzähler. M. Schöning in Berlin. 22. 4. 1896. Nr. 91 470. Kl. 42.

Der Koïnzidenzenzähler hat die Aufgabe, bei jeder Koïnzidenz zweier Pendel p, die unter dem Einfluss veränderlicher Kräfte verschieden schnell schwingen, ein Zählwerk r zu schalten. Hierzu sind mit den Pendeln zwei Arme e fest verbunden, von denen der eine die Rolle o, der andere den Stern $a\,b\,c$ trägt, mit dem die Schaltklinke s vereinigt ist. Befinden sich die Theile in der gezeichneten Stellung, so findet bei der Bewegung der Pendel keine Schaltung statt. Schwingt aber eines der Pendel, gleichviel welches, schneller als das andere, so tritt früher oder später der Zustand ein, in welchem beide Pendel gleichzeitig nach entgegengesetzten Seiten schwingen oder sich diesem Zustande nähern. Bei den Ausschlägen des rechten Pendels nach links und des linken nach rechts tritt dann der vorgedrehte Arm a gegen die Rolle o. Der Stern wird dadurch allmählich etwas rechts herumgedreht, bis vollkommen entgegengesetzter Ausschlag der beiden Pendel eingetreten ist. Bei dieser Rechtsdrehung des Sternes fasst der Sperrhaken s einen neuen Zahn am ersten Zahnwerkrade r. Bleibt die Ungleichheit in der Schwingungsdauer der Pendel bestehen, dann treten nach einiger Zeit wieder gleichzeitig gleichseitige Ausschläge der Pendel ein. Bei den Linksschwingungen der beiden Pendel trifft dann die Rolle o gegen den Arm b des Sternes, dieser wird wieder nach links gedreht und dabei das Rad r um einen Zahn weiter gerückt, d. h. die erste Koïnzidenz wird gezählt.



Patentliste.

Bis zum 28. Juli 1897.

Anmeldungen.

Klasse:

21. M. 14 002. Vorrichtung zum Umformen von Wechselstrom in Gleichstrom. A. Müller, Hagen i. W. 26. 4. 97.

42. M. 13 595. Gewebtes Bandmaass mit Metalleinlage. H. May jun., Meiningen, S.-M. 9. 1. 97.

49. L. 11 053. Fräsmaschine mit selbstthätig umschaltbarem Werkstückhalter. M. Leonhardt, Berlin. 2. 2. 97.

87. H. 18 425. Werkzeug zur Bearbeitung von Stein, Holz, Metall oder für chirurgische Zwecke. Ch. Heidecke, Berlin. 5. 3. 97.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 93 977. Zeitmesser für Telephongespräche. H. Lechner, Schweinfurt. 3. 12. 96.

42. Nr. 93 920. Einrichtung an Kompassen zur Ausgleichung semizirkularer Deviation. The Sirieix Mariner's Compass Company San Francisco, Calif. 10. 12. 95.

48. Nr. 93 949. Mittel zur Beseitigung von Rost. A. Buecher, Heidelberg. 19. 1. 97.

49. Nr. 93 859. Zahnradhobelmaschine. Gebr. Demharter & F. Regner, Augsburg. 3. 7. 96.

Nr. 93 860. Parallel-Schraubstock mit Zahnstangenspannung und Keilregulirung. K. Schmidt, Berlin. 20. 9. 96.

Nr. 93 996. Drehbarer Werkzeugkranz für Drehbänke. M. Hellinger, Brethaus-Lauter, Sachsen. 21. 8. 96.

57. Nr. 93 950. Blende mit veränderlicher Oeffnung für Rasteraufnahmen. M. Levy, Philadelphia. 9. 1. 95.

67. Nr. 93 864. Maschine zum Schleifen und Poliren von Stäben. M. E. Clark, Worcester, Mass., V. St. A. 4. 11. 96.

83. Nr. 93 834. Wechselstrom-Nebenuhr. Ch. Spohr, Frankfurt a. M. 3. 11. 96.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 17. **1. September.** **1897.**

Die Feinmechanik auf der Sächsisch-Thüringischen Industrie- und Gewerbe-Ausstellung zu Leipzig 1897.

Von Dr. **F. Göpel** in Charlottenburg.

Den fachmännischen Besucher der Leipziger Gewerbe-Ausstellung kann es nicht befremden, dass die Anzahl der dort vertretenen feinmechanischen Werkstätten im Verhältniss zur Gesammtzahl der Aussteller eine geringe ist. Die vorjährige Berliner Ausstellung hat durch die Kollektiv-Betheiligung der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik einen erheblichen Theil der deutschen Feinmechanik vorgeführt und damit auch mancher Werkstatt des Leipziger Ausstellungsgebietes eine wiederholte Beschickung überflüssig erscheinen lassen. Dazu kommt, dass die bevorstehende Pariser Ausstellung voraussichtlich sehr zahlreiche deutsche Mechaniker zur Beschickung veranlassen wird und für diese schon aus wirthschaftlichen Gründen eine zu häufige Betheiligung nicht angängig ist. Endlich liegt aber auch der Schwerpunkt der Sächsisch-Thüringischen Industrie wesentlich auf anderen Gebieten, im Grossmaschinenbau, in der Textilindustrie, im Buchgewerbe und seinen zahlreichen Hülfszweigen und im Musikinstrumentenbau. Dabei sind die Leistungen der ausstellenden Mechaniker deshalb besonders hoch anzuschlagen, weil alle die genannten Gebiete für ihre genaueren Arbeiten eine beträchtliche Zahl Mechanikergehülfen absorbiren und dadurch häufig Mangel an tüchtigen Arbeitskräften in der Feinmechanik veranlassen. So entzieht namentlich der hochentwickelte Musikinstrumentenbau speziell den Leipziger Mechanikern manche gute Arbeitskraft, haben doch von 99 ausstellenden Instrumentenfirmen allein 42 ihren Sitz in Leipzig.

Die Feinmechanik im engeren Sinne hat zusammen mit der Uhrenindustrie als XVI. Gruppe in einem ziemlich schwer auffindbaren Raum zwischen Maschinenhalle und Hauptgebäude Platz gefunden. Von den 82 Ausstellern dieser Gruppe können etwa 20 das besondere Fachinteresse der Mechaniker in Anspruch nehmen, und ihnen wollen wir deshalb unsere Aufmerksamkeit zuwenden, indem wir für die Besprechung die alphabetische Reihenfolge des Kataloges beibehalten.

Bruno Appelt in Chemnitz hat die Ausstellung mit einer grossen Anzahl seiner Reisszeuge, sowie ferner mit aussergewöhnlichen Zeichen-Instrumenten und Lithographen-Werkzeugen beschickt. Die im Jahre 1884 gegründete Werkstatt hat seit dem Jahre 1892 stetig wachsende Anerkennung gefunden, und mehr wohl, als eine Schilderung der ausgestellten Gegenstände es thun könnte, spricht für die Güte ihrer Erzeugnisse der Umstand, dass sie der Konkurrenz der vorzüglichen Münchener und Nürnberger Reisszeuge Stand hat halten können und der steigende Absatz eine Erweiterung der Fabrikationseinrichtungen nöthig macht. Unter den Lithographen-Werkzeugen fällt eine Liniirmaschine besonders auf; sie erscheint einfach und zweckmässig gebaut, vorausgesetzt, dass die ziemlich unversteifte Verbindung zwischen den Führungsstangen und den Füssen des Apparates genügende Starrheit besitzt.

Die Burkhardt'schen Rechenmaschinen (Deutsche Rechenmaschinen-Fabrik, Glashütte i. S.) brauchen wir nur kurz zu erwähnen, da sie allgemein bekannt sind und ihr guter Ruf durch die Ausstellung kaum noch erhöht werden kann.

Alsdann müssen wir einem der vertrautesten Gehülfen unserer deutschen Feinmechanik besondere Beachtung widmen, dem Glaswerk Schott & Gen. in Jena. Die Bedeutung der hier ausgestellten Erzeugnisse, welche ihre Güte nur einem

vorbildlichen Zusammengehen von Wissenschaft und Technik verdanken, ist durch die in dieser Zeitschrift erschienenen Berichte über die vorjährige Berliner Gewerbeausstellung besprochen und besonders durch einen Vortrag des Hr. Prof. Abbe auf dem VII. Mechanikertag *(Vereinsblatt 1896. S. 193)* beleuchtet worden. Zu erwähnen wäre nur, dass inzwischen die Herstellung besonders für Lampenzylinder geeigneter Gläser neue Fortschritte gemacht hat. Namentlich hat man durch die Fabrikation der in Leipzig auch ausgestellten Jenaer Lochzylinder (mit seitlichen Lufzuführungslöchern), welche in Bezug auf Haltbarkeit den anderen Jenaer Zylindern nicht nachstehen, eine wesentliche Helligkeitssteigerung der Gasglühlichtbrenner erreicht. Dr. O. Schott hat über die mit den neuen Zylindern gemachten günstigen Erfahrungen in *Schilling's Journ. f. Gasbel. u. Wasservers.* ***40.*** *S. 1. 1897* berichtet.

Wesentlich Erzeugnisse des Jenaer Glaswerkes sind auch bei der Herstellung der vielfältigen Glasinstrumente verwendet worden, welche von der Grossherzoglich Sächsischen Fachschule und Lehrwerkstatt für Glasinstrumentenmacher und Mechaniker zu Ilmenau zur Schau gestellt sind. Die Sammlung enthält durchweg sauber und zweckmässig hergestellte Geräthe: Normalthermometer und Aräometer, Barometer und chemische Messgeräthe, meist mit geeigneten Verbesserungen, ferner physikalische Schulapparate, welche in der Lehrwerkstatt der Fachschule ausgeführt sind. Eine Auswahl farbiger Ziergläser, welche bereits in Berlin durch ihre künstlerische Eigenart Aufsehen erregt haben, möge an dieser Stelle erwähnt werden, weil sie als neuer und gewiss lohnender Erwerbszweig für die materiell nicht eben gut gestellte Thüringer Glasindustrie von Wichtigkeit erscheint.

Durch Umfang und Vielseitigkeit fällt auf die Ausstellung von Franz Hugershoff in Leipzig (Albertstr. 28), welche neben bekannten typischen Apparaten für den Physiker und Chemiker manches Neue bietet, so z. B. ein Wasserbad mit „Irisblende", welche durch Drehung die Einsatzöffnung des Bades jeder Schalengrösse schnell anzupassen gestattet, ferner Rührer und Reiber für Motorantrieb (nach Hemilian), Gasbrenner (nach Teclu) und kleine einfache Zentrifugen zur Aussonderung von Harn- oder Sputum-Sedimenten.

Gleichfalls hervorragend hat sich Max Kohl in Chemnitz i. S. an der Ausstellung betheiligt. Seine Spezialität bilden neben Apparaten für Röntgen-Photographie physikalische Demonstrationsapparate. Von grösseren Instrumenten sei eine elektrisch betriebene Doppelsirene erwähnt, ein sehr schön gearbeitetes Fortin-Barometer (mit 18 *mm* Rohrweite und zwei Luftfallen) und mehrere grosse Induktorien, deren Anwendung zum Durchleuchten durch grosse, vorzüglich gelungene Röntgen-Photographien belegt ist.

Sehr gut ist ferner vertreten G. Lorenz in Chemnitz i. S., welcher auf dem Gebiete der Unterrichtsapparate schon längst vortheilhaft bekannt ist. Die meisten Apparate sind durch enges Zusammenarbeiten mit namhaften Physikern entstanden. So eine Anzahl akustischer Apparate nach Dvořák und eine Auswahl elektrischer Apparate nach Weinhold und Kolbe. Darunter ist hervorzuheben ein hochempfindliches Galvanometer mit Thomson'scher Spiegelaufhängung und Weinhold-scher Okularskala. Vorversuche, welche mit diesem Instrument in den Chemnitzer staatlichen Lehranstalten vorgenommen wurden, ergaben als Normalempfindlichkeit etwa 200 Skalentheile durch einen Strom von $1 \cdot 10^{-6}$ *Amp.* bei 1 *Ohm* Widerstand, 10 *Sec.* Schwingungsdauer und 2000 Skalentheilen Skalenabstand. Ferner seien erwähnt eine Sinus-Tangenten-Bussole nach Kolbe und eine hydraulische Presse für 3000 *kg* Druck, alles in sorgfältigster Ausführung.

Robert Mühle in Glashütte i. S. stellt eine grosse Zahl von Messwerkzeugen für Uhrmacher und Mechaniker aus, meist in Dosenform mit Zeigerangabe. Die sauber gearbeiteten Mikrometer sind für *Vergleichsmessungen* jedenfalls sehr gut zu verwenden. Mühle fertigt solche Maasse bis zu $^1/_{3000}$ *mm* Angabe und überschreitet damit unseres Erachtens die Genauigkeit beträchtlich, welche für technische Messungen überhaupt erreichbar ist. Es ist anzunehmen, dass schon die innere Temperatur des Mikrometers Angabenänderungen herbeiführt, welche weit über den Betrag der Ablesungsgenauigkeit hinausgehen. Die Mühle'schen Fabrikate haben in Uhrenfabriken, Seidenspinnereien, Drahtziehereien u. s. w. viel Verbreitung gefunden. Eine Kollektion kleinster Drehherzen für Uhrmacher ist ganz besonders schön gearbeitet.

Zahlreiche physiologische Apparate hat Wilhelm Petzold in Leipzig (Bayrische Str. 13) ausgestellt, welche zum Theil unter Mitwirkung der Leipziger Universitätsinstitute entstanden sind. Das Hauptstück bildet ein grosses Trommel-Kymographion nach Ludwig. Die Trommel des Apparates erhält ihren Antrieb durch Friktionsrolle seitens des Uhrwerkes und ist in fünf verschiedenen Lagen fixirbar. Ausserdem aber lässt sich die Trommel in der Achsenrichtung in vier verschiedene Stellungen verschieben. Die Friktionsrolle auf der Trommelachse überträgt damit vier verschiedene Geschwindigkeiten von der Antriebscheibe des Uhrwerkes. Ferner sind bemerkenswerth eine einfache Kontaktuhr mit Quecksilbertauchkontakten für 0,5 und 1 *Sek.* Angabe und eine Unterbrechungsuhr nach Bowditch für 1 bis 60 Unterbrechungen in der Minute, dann ein du Bois-Reymond'scher Schlittenapparat nach Angaben von Prof. Ludwig und ein Apparat zur Demonstration der Hörbarkeitsgrenze (nach König), bestehend aus acht Stahlstäben von gleicher Dicke, aber verschiedener Länge, welche durch Anschlagen in Transversalschwingungen versetzt werden. Eine Anzahl Strichmaasse sauberster Ausführung und *gehobelte* Zahnstangen seien noch besonders erwähnt. Die Apparate der Firma sind in allen physiologischen Instituten des In- und Auslandes gesucht und geschätzt.

Den Verfertigern mathematischer Instrumente durch seine Libellen bekannt ist G. A. Pessler in Freiberg i. S. (Gartenstrasse 9), in dessen Ausstellung neben Dosen- und Kreuzlibellen zwei Reversionslibellen von 5″ Angabe und eine Ein-Sekunden-Libelle namentlich hervorzuheben sind. Die letzte hat eine Prüfung auf der Leipziger Sternwarte überstanden und wird damit wohl strengen Anforderungen an Genauigkeit genügen. Ferner zeigt Pessler Markscheidekompasse mit und ohne Hängezeug, deren Hütchen vom Verfertiger selbst mit grösster Sorgfalt geschliffen werden.

Mit Interesse wenden wir uns der Ausstellung der ältesten Leipziger Werkstatt für Feinmechanik zu, welche seit dem Jahre 1842 besteht, Dr. Stöhrer & Sohn (Weststrasse 10). Dieselbe fertigt namentlich Apparate für den physikalischen Unterricht an mittleren und höheren Lehranstalten, von denen eine Auswahl zur Schau gestellt ist. Die Apparate sind sämmtlich gut und solid gebaut und bestätigen den guten Ruf der Stöhrer'schen Werkstatt. Ein sehr einfacher und kompendiöser Apparat zur Demonstration von Longitudinal- und Transversalwellen und ein sogenanntes Hebelpyrometer zur Bestimmung der linearen Ausdehnung von Metallen sei besonders erwähnt.

Mit einer sehr reichhaltigen Auswahl ärztlicher und chemischer Thermometer ist Wilhelm Uebe in Zerbst i. A. vertreten. Hervorzuheben sind hochempfindliche Fieberthermometer mit gelber oder blauer Emaille-Belegung zur Verbesserung der Ablesung und ärztliche Maximum-Thermometer mit Aluminiumskala, bei welchen auf möglichst sichere Desinfizirbarkeit besonders geachtet ist.

Geodätische Instrumente führen Warkentin & Weber in Leipzig (Windmühlenstrasse 48) vor, welche Feldmessinstrumente und deren Zubehör in den gebräuchlichen Formen zeigen. Als Neuheit stellen dieselben ein *hydrometrisches Seil* nach Williams aus, welches zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit nahe der Oberfläche quer durch den Fluss gespannt wird. Aus der Grösse der Seilspannung, welche sich an Federwaagen ablesen lässt, und aus der Ablenkung des Seiles von der Geraden soll offenbar die Wassergeschwindigkeit bestimmt werden. Nähere Angaben über das Seil waren nicht zu erlangen.

Oskar A. Richter in Dresden (Güterbahnhofstrasse 8) bringt neben chemischen Waagen und schön gearbeiteten Bergkrystall-Gewichten Cementprüfungsapparate zur Schau, während Louis Schopper in Leipzig (Arndtstrasse 27) namentlich mit Prüfungsinstrumenten für die Papier- und Textilindustrie vertreten ist, welche von den vielseitigen Verbindungen zwischen der Feinmechanik und anderen Industriezweigen Zeugniss geben.

Erwähnen wir noch die Rechenmaschinen der Saxonia in Glashütte, Schumann & Co., und die Küttner'schen Rechenmaschinen von Woldemar Heinitz in Dresden-A. (Lortzingstr. 27), ferner die Messgeräthe und geodätischen Instrumente des technischen Versandtgeschäftes von R. Reiss in Liebenwerda, so sind damit wohl die unseren Interessenkreis naheliegenden Aussteller der Gruppe XVI erschöpft, aber noch nicht diejenigen Firmen und Institute erwähnt, welche in anderen Gruppen der Leipziger Ausstellung vertreten sind. So bieten namentlich noch die Ausstellungen der Leipziger Universitäts-Institute vielerlei.

Von ihnen sind mit Instrumenten vertreten alle die Institute, welche der exakten Naturforschung dienen. Das physikalische Institut hat eine Auswahl historischer Apparate ausgestellt, mit welchen grundlegende Untersuchungen auf physikalischem Gebiet vorgenommen worden sind, so einige bekannte G. Wiedemann'sche Apparate, welche für Untersuchungen auf dem Gebiet der Elektrizität und des Magnetismus typisch geworden sind, ferner die Apparate, mit welchen Feddersen seine wichtigen Untersuchungen über oszillatorische Entladungen vornahm, die den Hertz'schen Versuchen über elektrische Schwingungen vorarbeiteten. Dann sind hervorzuheben ein grosser Wundt'scher Trommelchronograph für psychologische Zwecke, angefertigt von E. Zimmermann in Leipzig (Emilienstr. 21), welcher ausserdem eine grosse Anzahl physiologischer Apparate, wie Kymographien, Reizapparate u. s. w., zur Schau bringt; ferner neben grossen Mikrotomen ein Modell zur Veranschaulichung der einzelnen Bewegungsphasen des menschlichen Körpers nach Braun-Fischer.

Wir müssen uns mit diesen knappen Aufzählungen begnügen, wollen wir nicht den Rahmen einer kurzen Berichterstattung überschreiten. Ueberhaupt bietet die Ausstellung der Königl. Sächsischen Staatsregierung noch vieles, was die Interessen der Mechaniker näher berührt, namentlich in den Sonderausstellungen der zahlreichen. hochentwickelten Sächsischen Fachschulen.

Auch diejenigen Industrien, auf deren Unterstützung der Feinmechaniker besonders angewiesen ist, sind in Leipzig sehr reich und gut vertreten. Dahin gehören Metall- und Werkzeugmaschinenindustrie. Eine Schilderung dieser Zweige der Ausstellung müssen wir den speziellen Fachblättern überlassen. Wir schliessen unseren Bericht noch mit besonderem Hinweis auf zwei für die Mechaniker wichtige Ausstellungsobjekte. Georg Voss & Co. in Deuben, welcher in neuerer Zeit die Herstellung von Karborundum nach dem amerikanischen Patent aufgenommen hat, ist nicht nur mit Karborundumproben in Krystallen und in verschiedenen Körnungen, sondern auch mit allen Erzeugnissen seines Naxos-Schmirgelwerkes vertreten. unter denen namentlich vollständig wärme- und wasserbeständige Schmirgelwerkzeuge aus sogenannter *Rubinit*-Masse hervorzuheben sind, welche sich durch besonders ökonomische Verwendbarkeit auszeichnen sollen. Der zweite Hinweis gilt der Firma M. Hahn in Schedewitz bei Zwickau, deren ganz hervorragend saubere und dichte Rothgussstücke der Beachtung der Mechaniker besonders empfohlen werden sollen.

Kleinere Mittheilungen.

Magnetisirte Taschenuhren.

Von A. Michaut.

L'Electricien 13. S. 113. 1897[1].

Die Taschenuhren sind heutigen Tages bei der starken Verwendung der Elektrizität leicht der Gefahr ausgesetzt, ihre Zuverlässigkeit zu verlieren, wenn nicht gar ganz zu versagen, indem Stahltheile derselben zu Magneten werden, wenn die Uhr sich öfter oder längere Zeit hindurch in der Nähe kräftiger elektrischer Maschinen befindet.

Besonders nachtheilig ist diese Magnetisirung für die Bewegung der Unruhefeder, sodass deren Gang gehemmt, zuweilen selbst aufgehoben wird. Die Unruhefeder und auch die Gangfeder einer magnetisirten Taschenuhr zeigen „magnetische Folgepole", d. h. die Feder hat nicht nur an jedem Ende einen Pol, sondern auch noch zwischen diesen Punkten einen oder mehrere Folgepole. Dies lässt sich leicht zeigen. wenn man eine kräftig magnetisirte Spiralfeder in Eisenfeilspäne taucht. Die Späne bleiben dann besonders an den Polen haften, und es ergiebt sich, dass die Pole etwa so, wie *Fig. 1* andeutet, vertheilt sind. War die Spiralfeder,

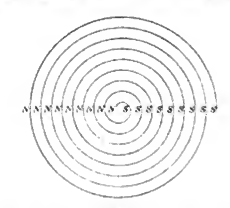


Fig. 1.

wie es bei der Unruhefeder sehr leicht eintreten kann, während der Bewegung etwa gerade in einer der Endstellungen der Schwingung, so

[1]) Auszug aus einer Abhandlung, gelesen am 18. November 1896 in der Versammlung des *Franklin Institute* in Philadelphia durch dessen Mitglied William T. Lewis, Präsident der *Horological Society* zu Philadelphia.

können die Pole bei der Ruhestellung der Feder die in *Fig. 2* angegebene Lage haben. Da sich

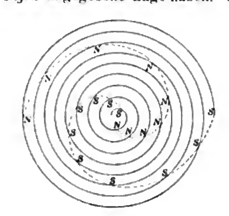


Fig. 2.

nun gleichnamige Pole abstossen, so ist es wohl klar, dass hierdurch Aenderungen im Gange der Uhr hervorgerufen werden können.

Deshalb hat man unmagnetisirbare (antimagnetische) Uhren hergestellt, bei denen alle Stahltheile vermieden werden und die Unruhe aus Palladium hergestellt ist[1]). Solche Uhren erfüllen ihren Zweck zwar sehr gut, jedoch ist ihr Preis durch den verhältnissmässig geringen Umsatz sehr hoch. Man hat ferner Schutzvorrichtungen ersonnen, in denen die Uhren mehr oder weniger vor der Magnetisirung sicher sind. So lange derartige Uhren oder Schutzvorrichtungen jedoch noch nicht allgemein eingeführt sind, wird sich, und zwar zunächst in immer steigendem Maasse, das Bedürfniss geltend machen, magnetisch gewordene Uhren schnell und sicher zu entmagnetisiren.

Ein einfacher, *a. a. O.* abgebildeter Apparat ist der folgende: Durch eine Kupferdrahtspule wird der Strom einer Batterie geschickt, welcher einen Stromwender passirt hat. Dieser Kommutator besteht aus einer Walze, auf der Lametten passend angebracht sind, und wird, nöthigenfalls unter Anwendung von Zahnrädern oder dgl., in recht schnelle Umdrehung versetzt. Steht Wechselstrom zur Verfügung, so ist ein Stromwender nicht nothwendig. Die Pole der Spule werden sich also fortwährend ändern und mithin auch der Magnetismus einer in dieselbe gesteckten Uhr. Man führt die zu entmagnetisirende Uhr langsam in die Spule und entfernt sie ebenso wieder. Das Entmagnetisiren der Unruhefeder ist auch mit diesem Apparat noch sehr schwierig; es empfiehlt sich, sie herauszunehmen und allein der Entmagnetisirung zu unterwerfen. Zu diesem Zwecke befestige man z. B. die Spirale auf einem Uhrglas durch sehr dickes Oel oder geschmolzenes Wachs und lasse während des Entmagnetisirens das Uhrglas in horizontaler Lage sich um seine Mitte drehen; durch Benzin kann die Spirale leicht wieder gereinigt werden.

Die Stahltheile einer Uhr verlieren ihren Magnetismus jedoch nur dann vollständig, wenn ihre magnetische Achse mit derjenigen der Spule während des Entmagnetisirens zusammenfiel; man muss also die Uhr nach allen möglichen Richtungen während der Einwirkung der Spule drehen. Um diese Bedingung mechanisch zu erfüllen, ist der folgende Apparat *(Fig. 3)* konstruirt worden. Auf der Achse *A*, welche durch

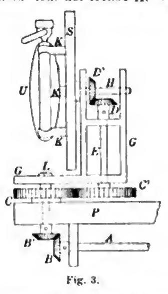


Fig. 3.

eine Kurbel, einen Motor (bei Verwendung eines Elektromotors ist derselbe mit einem Eisenmantel zu umschliessen) oder ein Uhrwerk in Umdrehung versetzt wird, ist das Kegelrad *B* befestigt. Mit diesem steht *B'* im Eingriff, ebenso *C* mit dem Zahnrad *C'* und *D* mit *D'*. *C* sitzt auf der Grundplatte *P* fest, und der Zapfen des Rades *B'* ist mit dem Gestell *GG* fest verbunden. Das Rad *C'* muss sich daher auf *C* abrollen und wird alsdann mittels der Achse *E* die Räder *D* und *D'* drehen. Auf dem Zapfen *H* von *D'* sitzt die Scheibe *S*, auf der die zu entmagnetisirende Uhr *U* durch drei Klauen *K* befestigt ist. *U* dreht sich also um die vertikale Achse *L* und um die horizontale *H*. Hat nun *C* einen Zahn mehr oder weniger als *C'*, so wird die Uhr alle möglichen Lagen einnehmen.

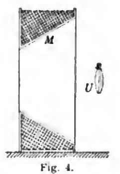


Fig. 4.

Diese Vorrichtung befindet sich weit ausladend auf einem mit Rädern versehenen Wagen,

[1]) **F. Schlesicky** in Frankfurt a. M. stellt solche Uhren her; neuerdings hat sich **K. E. Neidig** in Schramberg, Württ., eine „Antimagnetische, nicht rostende Uhrspirale aus Aluminiumbronze“ durch D. R. G. M. 72 153 schützen lassen. D. Ref.

auf dem die Uhr *U* langsam in die stromdurchflossene Spule *M (Fig. 4)* hinein und aus ihr wieder heraus bewegt werden kann. Die abgestumpft kegelförmige Gestalt von *M* wurde gewählt, um ein langsames Zu- und Abnehmen der Stromwirkung zu erzielen.

Ihrer Einfachheit wegen möchte nun Referent noch die folgende Methode, eine Uhr zu entmagnetisiren, anführen. Man hänge die Uhr an der Uhrkette auf und versetze sie dadurch, dass man die Kette zwischen den Händen rollt, in Drehung. Bringt man so die Uhr langsam in ein kräftiges magnetisches Feld, z. B. in die Nähe einer Dynamomaschine, und entfernt sie wieder langsam, dann werden durch das Drehen die Enden der einzelnen Stahltheile bald nord-, bald südmagnetisch sein, und zwar um so stärker, je näher die Uhr der Maschine ist. Durch das langsame Entfernen soll also der Magnetismus nach und nach verschwinden. *Klssm.*

Die ältesten Meteorographen. Das zweitälteste Kondensations-Hygrometer.

Von G. Hellmann.

Meteorol. Zeitschr. 14. S. 102. 1897.

Vf. hat Beschreibung und Zeichnung dieser beiden von Sir Christopher Wren in der Mitte des 17. Jahrhunderts konstruirten Apparate in einer Reisebeschreibung von B. Monconys aufgefunden und giebt dieselben wieder. Der Meteorograph registrirt Windrichtung, Regenmenge und Temperatur. Ein von der Uhr bewegtes Lineal trägt zunächst eine Windfahne, deren Zeichenstift sich über konzentrische, den Stunden entsprechende Kreise bewegt, sodann eine Reihe von Kästen, in welche das Niederschlagswasser aus einem Trichter einläuft, und endlich einen Stift, der auf einer durch das Thermometer gehobenen oder gesenkten eingetheilten Tafel die Temperatur registrirt. Das Kondensations-Hygrometer ist an einer Neigungswaage montirt. *Bl.*

Die Industrielle Gesellschaft von Mülhausen i. E. veröffentlicht ihre Preisausschreibungen für 1898. Aus der grossen Zahl der gestellten Aufgaben, es sind deren 144, dürften folgende für unseren Leserkreis von besonderem Interesse sein:

1. Vollständige Darstellung der aktinometrischen Methoden (Ehren-Medaille).
2. Eine neue aktinometrische Methode (Ehren-Medaille).
3. Ein Apparat, um die Arbeitsleistung von Dampfmaschinen aufzuzeichnen (Ehren-Medaille).
4. Ein von aussen ablesbares registrirendes Pyrometer von mindestens 5% Genauigkeit für den Feuerzug einer Dampfkesselanlage mit Steinkohlenheizung (Silberne Medaille und 500 *fr.*).
5. u. 6. Vergleichung zwischen elektrischer und Gasbeleuchtung für eine Stadt resp. eine Werkstatt (Ehren- resp. Silberne Medaille).
7. Elektrische Bremse, um eine Kraft von etwa 20 *PS* mit einer Genauigkeit von 1/5 *PS* zu messen (Ehren-Medaille).
8. Registrirendes Wattmeter (Ehren-Medaille).

Die Preisbewerbungen müssen, mit einem Kennwort in der üblichen Art bezeichnet, vor dem 15. Februar 1898 bei dem Vorsitzenden der Industriellen Gesellschaft eingereicht werden. Näheres ist aus dem Verzeichniss selbst zu ersehen, das von dem Sekretariat der Gesellschaft kostenlos zu beziehen ist. *Bl.*

Die optischen Werkstätten der Firma C. P. Goerz, Schöneberg bei Berlin, in welchen etwa 300 Optiker und Mechaniker beschäftigt werden, waren auf eine Woche geschlossen, da allen Angestellten und Arbeitern eine Woche Urlaub unter Zahlung des Lohnes, gegeben wurde.

Bücherschau.

F. Kick, Vorlesungen üb. mechanische Technologie der Metalle, des Holzes, der Steine und anderer formbarer Materialien. In 3 Hftn. 1. Hft. gr. 8º. 190 S. m. Abbildgn. Wien, F. Deuticke. 3,50 *M.*

Taschentafeln, 4-stellige logarithmische. Hrsg. v. der trigonometr. Abtheilg. der königl. preuss. Landesaufnahme. schmal-gr. 8º. 6 S. Berlin, E. S. Mittler & Sohn. 0,30 *M.*

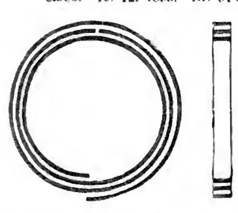
Jahrbuch für Photographie u. Reproduktionstechnik f. d. J. 1897. Hrsg. v. Jos. Maria Eder. 11. Jahrg. Mit 168 Holzschn. u. Zinkotypien im Texte u. 38 artist. Tafeln. 8º. VII, 602 S. Halle, W. Knapp. 8,00 *M.*

C. Schmidt, Statik u. Festigkeitslehre. Lehrheft nebst vielen Beispielen, elementar bearb. f. den Gebrauch an der Schule u. in der Praxis. 2. Aufl. hoch 4º. VIII, 102 S. m. Abbildgn. u. 2 Taf. Stuttgart, J. B. Metzler's Verl. 4,00 *M.*

H. Wietz, Die isolirten elektrischen Leitungsdrähte u. Kabel. Ihre Erzeugg., Verlegg. u. Unterhaltg. Dargestellt u. durch 159 in den Text gedr. Fig. erläutert. gr. 8º. VIII, 236 S. Leipzig, O. Leiner. 7,00 *M.*; geb. in Leinw. 8,20 *M.*

Patentschau.

Ringmagnet für Schiffskompasse. The Sirieix Mariners Compass Company in San Francisco. 10. 12. 1895. Nr. 91 681. Kl. 42.



Der Ring besteht aus zwei Theilen aus Stahlband, die wie eine Uhrfeder getempert und zu einer Spirale gebogen sind. Die beiden Theile sind so bemessen, dass sie im zusammengebogenen Zustande eine Länge von einem und einem halben Umgang haben und ihre Enden auf demselben Durchmesser liegen. Wenn der Ring gehörig magnetisirt ist, besitzt er an jedem Ende eines bestimmten Durchmessers einen Punkt, wo der Magnetismus die Maximalstärke aufweist, während an den Enden des zum ersten Durchmesser senkrecht stehenden Durchmessers sich vollkommen neutrale Punkte befinden. Der Ring hat daher, wie ein vollkommen genauer Stabmagnet, zwei entgegengesetzte Pole, hat aber auch zwei einander genau gegenüberliegende neutrale Punkte und bildet so einen richtigen Magneten. Die beiden Theile sind derart in einander gerollt, dass jeder Theil in der Nähe eines gleichnamigen magnetischen Endes des anderen Theiles endigt.

Membran mit inneren Hohlräumen. Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover. 9. 6. 1896. Nr. 91 532. Kl. 47.

Bei dieser Membran sollen nachfolgende Uebelstände beseitigt werden: das zu leichte Brechen der Platte an der Einklemmstelle, der zu kleine Hub und die zu kurze Dauer der



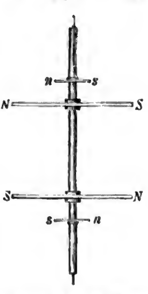
Fig. 1.



Fig. 2.

Nachgiebigkeit der Platte. Dies geschieht durch die Einführung der Hohlräume *H*, welche mit beliebig gespannter Luft oder mit Glyzerin u. s. w. gefüllt werden. Eine Anordnung, wie sie Fig. 2 zeigt, eignet sich besonders für Pumpen als Ersatz des Windkessels.

Verfahren, um astatische Galvanometer von den Störungen des erdmagnetischen Feldes unabhängig zu machen. Siemens & Halske in Berlin. 3. 9. 1896. Nr. 92 103. Kl. 21.



Ein oder mehrere Hülfsmagnete *n s* werden am beweglichen System angeordnet, deren gesammtes horizontales magnetisches Moment durch Verstellung sowohl der Grösse als der Richtung nach geändert werden kann und im Maximum nur wenig grösser, im Minimum kleiner ist, als die Resultante der Hauptmagnete *N S*. Durch die Hülfsmagnete können auch drei Hauptmagnete beeinflusst werden, von denen annähernd die beiden äusseren je die halbe Stärke und die entgegengesetzte Richtung haben als der mittlere.

Barometer mit zwei Flüssigkeiten. N. Giro in Berlinchen, Kr. Soldin, N.-M. 29. 11. 1895. Nr. 91 192. Kl. 42.

Der die Trennung des Quecksilbers von der unter demselben im Barometerrohr enthaltenen leichteren Flüssigkeit (Alkohol) herbeiführende Kolben ist mit einer Einschnürung versehen, welche mit Goldamalgam ausgefüllt ist. Hierdurch soll eine gute Dichtung zwischen Kolben und Rohrwandung erzielt werden.

Auf dem Quecksilber ist ein Schwimmer angeordnet, welcher so durch einen Metallzylinder belastet wird, dass er sich gerade um soviel hebt, als die Höhe der leichteren Flüssigkeit (Alkohol) beträgt, welche sich etwa an seiner unteren Aushöhlung, die durch einen Metallreifen gebildet wird, angesammelt hat.

Verfahren zur Herstellung von galvanischen Formen. R. Rauscher in Berlin. 1. 10. 1896. Nr. 91 900. Kl. 48.

Von dem zu vervielfältigenden Gegenstande wird ein Abguss in Gips oder dgl. gemacht. Sodann wird zu dieser Form ein Deckel derart angefertigt, dass letzterer ungefähr die Gestalt

der Form besitzt und, wenn aufgelegt, sich etwa 3 *mm* von ihr entfernt befindet. Die Form wird hierauf mit chromsäuregesättigtem Rosmarienöl bepinselt, mit einem dünnflüssigen heissen Brei aus Leim und Glyzerin, über den wiederum eine heisse konzentrirte Chromsäurelösung gegossen wird, ausgefüllt, worauf das Gauze durch Aufsetzen des Deckels fest zusammengepresst wird. Nach dem Erkalten kann der Leimguss aus der Prägeform gehoben werden und nach nochmaligem Bepinseln mit dem chromsäurehaltigen Oel dem Licht ausgesetzt werden, wodurch er gegen Wärme und Nässe unempfindlich wird.

Die Leimform wird nunmehr eingefettet und in bekannter Weise mit Graphit und Bronzepulver elektrisch leitend gemacht. Die leitende Schicht bestreicht man mit Guttaperchalösung, hierauf mit einem Lack. Nach dem Trocknen desselben giesst man flüssige Wachsmasse darüber und löst nach dem Erhärten derselben die elektrisch leitende, durch die Wachsmasse verstärkte Haut aus der elastischen Leimform heraus. Die erstere wird noch blank graphitirt und ist dann zur Benutzung fertig.

Schaltvorrichtung für elektrische Messinstrumente. Siemens & Halske in Berlin. 26. 2 1897 Nr. 91 844. Kl. 21.

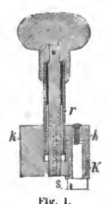


Fig. 1.

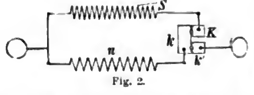


Fig. 2.

Neben und über einander liegende Schaltklötze werden durch einen einzigen, für jede Abtheilung entsprechend geformten Stöpsel derart bedient, dass erst der Nebenschlusswiderstand *n* und dann erst nach diesem das Messgeräth *S* selbst in den Stromkreis eingeschaltet wird. Wie die Fig. 1 zeigt, besteht hierzu der Stöpsel aus zwei Theilen, einem oberen zylindrischen *r* und einem unteren konischen *s*. Um den parallel liegenden dritten variablen Kontaktwiderstand zu vermeiden, werden die Stöpseltheile derart isolirt von einander angeordnet, dass der Strom gezwungen wird, über den ersten Stöpselkontakt zum Nebenschluss *n* und dort über den zweiten Stöpselkontakt zum Instrument sich zu verzweigen, es kommt also erst *k'* mit *k* und dann erst *k* mit *K* in Kontakt.

Patentliste.

Bis zum 9. August 1897.

Anmeldungen.

Klasse:

21. A. 5146. Elektrizitätszähler. H. Aron, Berlin. 3. 3. 97.

St. 4345. Abfragesystem für Vielfachumschalter. R. Stock & Co., Berlin. 11. 9. 95.

D. 7402. Linienwähler für Fernsprechanlagen. J. M. Drysdale, New-York, V. St. A. 9. 3. 96.

42. T. 5087. Optischer Tiefenmesser. H. Trietsch, Nymwegen, u. H. Berghaus, Amsterdam. 22. 8. 96.

O. 2553. Messzirkel. R. F. Oswald, Haynau i. Schl. 3. 10. 96.

49. F. 9919. Maschine zur Herstellung von Kugeln aus Draht; Zus. z. Pat. 86 744. Deutsche Gussstahlkugelfabrik A.-G., vorm. Fries & Höpflinger, Schweinfurt a. M. 8. 5. 97.

M. 13 869. Maschine zum Auswalzen von Kugeln aus Metallstangen. C. T. Mitchell, King's-Norton, Engl. 20. 3. 97.

T. 5425. Bohrkopf mit beim Bohren sich feststellenden Klemmbacken. W. Thau, Neustadt a. d. Haardt. 28. 5. 97.

A. 4933. Maschine zum Fräsen von Kegelschraubenrädern. J. Adamczewski u. E. Polanowski, Lodz, Russ.-Polen. 6. 10. 96.

E. 5257. Löthlampe. M. Eulner, Halle a. S. 10. 2. 97.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 94 027. Verfahren und Apparat zur Erzeugung elektrischen Lichts. D. Mc F. Moore, Newark, N.-J., V. St. A. 16. 10. 95.

Nr. 94 109. Zeitmesser für Ferngespräche. H. Keim, München. 3. 1. 97.

38. Nr. 94 088. Schweifsäge mit drehbarem Sägeblatt. Ch. Voltz, Strassburg i. E. 13. 11. 95.

42. Nr. 94 007. Pneumatischer Fluthmesser. A. Mensing, Berlin. 25. 10. 96.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 18. **15. September.** **1897.**

Inhalt:

Die wissenschaftliche Abtheilung auf der Brüsseler Weltausstellung 1897.

Von Dr. **S. de Lannoy** in Brüssel[1]).

Die hervorragendste und glücklichste Neuerung, welche die Brüsseler Weltausstellung gezeitigt hat, war die Schaffung und Errichtung einer besonderen internationalen Abtheilung, die eigens und ausschliesslich für die Vorführung wissenschaftlicher Erzeugnisse, Sammlungen oder Veröffentlichungen bestimmt war.

Soweit auf den bisherigen Weltausstellungen einzelne Gegenstände oder Sammlungen aus dem Gebiete der Wissenschaft vorgeführt wurden, befanden sie sich zerstreut in den verschiedenen nationalen Abtheilungen, versteckt unter einer Menge von Ausstellungsgegenständen des Handels und der Industrie; zudem waren sie den oft erheblichen Platzgebühren unterworfen. Daher kam es, dass die Männer der Wissenschaft, die stillen Forscher und Arbeiter, nicht daran dachten, durch Vermittelung der Ausstellungen ihre Erfindungen und Entdeckungen bekannt zu geben.

Die wissenschaftlichen Ausstellungen, welche sich in den Gruppen für Unterricht oder den Vorführungen der Universitäten fanden, ebenso wie die in den verschiedenen nationalen Abtheilungen zerstreuten waren daher eben in Folge dieser Zerstreuung verloren für die Mehrzahl derjenigen, welche an ihnen Interesse haben konnten; sie vermochten nur schwer den Zweck, den eine jede Ausstellung haben soll, zu erfüllen, nämlich die grossen Massen zu belehren und den Fortschritt der Wissenschaft zu fördern.

Angesichts dieser Unzuträglichkeiten und der untergeordneten Stellung, welche die Wissenschaft bei dieser Sachlage einnahm, legten sich einige Gelehrte und Freunde der Wissenschaft, unter denen in erster Linie die Herren van den Broeck und van Overloop zu nennen sind, die Frage vor, ob es nicht möglich wäre, der *Wissenschaft* dieselben Vorrechte einzuräumen, die man stets der *Kunst* zugestanden hatte, nämlich die gesammten wissenschaftlichen Gegenstände zu einer einzigen internationalen und kostenfreien Abtheilung zu vereinigen, die für die Fortschritte aller der verschiedenen Zweige der Wissenschaft offen wäre, kurz einen „Salon der Wissenschaften“ zu schaffen, wie es einen „Salon der schönen Künste“ giebt. Diese Idee stiess auf alle die Schwierigkeiten, mit denen Neuerungen gewöhnlich zu kämpfen haben; aber schliesslich nahm sie feste Gestalt an und führte, Dank der trefflichen und einsichtigen Fürsorge des Arbeitsministers Herrn Nyssens, zu der gelungenen Darbietung, welche die Brüsseler Ausstellung zeigt. Freilich, sie ist nicht ganz das, was sie hätte sein können, wenn man früher die Vorarbeiten hätte beginnen können — dem Ausschuss waren nur 5 Monate Zeit gegeben — aber wie sie ist, hat sie die kühnsten Hoffnungen übertroffen, sie bietet wissenschaftliche Erzeugnisse und Sammlungen in einem solchen Umfange, wie man sie bis jetzt noch nicht auf einer Weltausstellung angetroffen hat.

Der unmittelbare Zweck der wissenschaftlichen Abtheilung ist ein dreifacher; sie soll

1. in *einem* Raume, nach Gruppen geordnet, die von ihren Erfindern oder Verfertigern ausgestellten wissenschaftlichen Apparate und Instrumente so vorführen,

---

[1]) Das französisch abgefasste Manuskript ist von der Redaktion übersetzt worden.

dass eine strenge Vergleichung der einzelnen Typen ermöglicht wird, damit Verfertiger und Gelehrte gegenseitige Belehrung schöpfen können;

2. wichtige wissenschaftliche Arbeiten von historischem oder aktuellem Interesse vorführen und durch Zusammenstellung von Apparaten oder Sammlungen ein scharfes Bild der Entwickelung eines Apparates oder einer Erfindung geben;

3. einen Wettbewerb für die Lösung von Aufgaben, die diesem oder jenem Zweige der Wissenschaft erwünscht ist, durch Verleihung von Medaillen oder Preisen eröffnen.

Wir wollen nun kurz untersuchen, ob diese drei Ziele mit gleichem Erfolge erreicht worden sind.

Es ist klar, dass die Absicht, eine beträchtliche Anzahl wissenschaftlicher Apparate zusammenzubringen, alle Aussicht auf Erfolg hatte; denn den Verfertigern musste sehr viel daran gelegen sein, in einer Abtheilung auszustellen, in der ihnen die Befreiung von Platzgebühren zugestanden war und sie die Sicherheit hatten, dass ihre Instrumente sorgfältig geprüft werden würden; und so haben denn auch eine grosse Zahl von denen, die bereits die Platzgebühren in ihren nationalen Abtheilungen bezahlt hatten, sich beeilt, die Aufnahme in die wissenschaftliche Abtheilung nachzusuchen, sowie sie von deren Vorhandensein erfuhren.

Geringere Aussichten auf Erfolg hatte die Vorführung von Instrumenten und Sammlungen durch gelehrte Körperschaften oder einzelne Gelehrte, da die Zeit zu kurz war, um das Interesse der in Betracht kommenden Kreise zu erregen, und die Sache auch zu neu war; trotzdem ist die Betheiligung der gelehrten Welt doch noch erheblicher gewesen, wie wir später sehen werden, als man anfänglich gehofft hatte.

Was das dritte Ziel anbetrifft, die Erlangung von Lösungen von Preisaufgaben, so ist klar, dass dabei der Erfolg nur gering sein konnte. Zunächst hat sich hier der Zeitmangel in der ungünstigsten Weise geltend gemacht: fünf Monate reichten unmöglich zur Lösung von bestimmten Aufgaben aus. Ferner, und wie ich glaube in besonderem Maasse, waren die gestellten Aufgaben theilweise von zu grosser Tragweite für eine Konkurrenz dieser Art; bei einer Weltausstellung, deren Preisrichter naturgemäss nicht das Ansehen einer Akademie geniessen, durften sich nach meiner Meinung die Aufgaben nicht auf theoretische und abstrakte Themen erstrecken. sondern man hätte sich beschränken sollen auf Erfindungen oder Vervollkommnungen von Apparaten, auf Pläne, typische Mustersammlungen wissenschaftlichen Charakters u. dgl., alles Aufgaben, deren Lösung durch Ausstellung der entsprechenden Gegenstände erreicht werden kann. Trotzdem muss bemerkt werden, dass eine erhebliche Anzahl von Fragen ihre Lösung gefunden hat und auf 40 von den 79 Aufgaben der verschiedenen Klassen 80 Bearbeitungen eingelaufen sind.

Die ausgestellten Gegenstände sind nach 7 Klassen geordnet: 1. Mathematik und Astronomie (Meteorologie, Geodäsie u. s. w.), 2. Physik und Metrologie, 3. Chemie (allgemeine, physikalische u. s. w.), 4. Geographie und Geologie (Palaeontologie), 5. Biologie (Zoologie, Botanik, Physiologie u. s. w.), 6. Anthropologie, 7. Bibliographie. Leider gab es keine besondere Klasse für die Präzisionsmechanik, freilich bot die Metrologie für dieselbe in gewissem Sinne Raum.

Die wissenschaftliche Abtheilung enthält, wie gesagt, Instrumente, die von ihren Verfertigern ausgestellt sind, Apparate, die in Folge des Preisausschreibens eingingen, und endlich solche Darbietungen, die bedeutsame wissenschaftliche Untersuchungen vorführen sollen. Wir wollen uns eingehend nur mit den physikalischen und mechanischen Apparaten beschäftigen, wobei wir auch diejenigen einbeziehen wollen, die wegen verspäteten Eintreffens nicht in der wissenschaftlichen, sondern in der Abtheilung ihrer Nation Platz fanden.

Vorher jedoch wollen wir einen kurzen Blick auf die gesammte Ausstellung werfen und dabei die Kollektiv-Darbietungen der gelehrten Körperschaften genauer betrachten.

Die 4 Universitäten Gent, Lüttich, Brüssel und Löwen, sowie die Kgl. Sternwarte von Brüssel haben ihren Platz in dem grossen Ehrensaal, zu dem man unmittelbar vom Haupteingang der Ausstellung gelangt.

Jede Universität stellt Photographien ihrer Einrichtungen, der Hörsäle und Laboratorien aus, ferner Proben ihrer Unterrichtsmodelle, Pläne ihrer Lehrgänge und Beispiele von praktischen Arbeiten ihrer Hörer.

Einige Professoren haben die gesammten Instrumente eingesandt, welche zu verschiedenen ihrer persönlichen Arbeiten gedient haben. Freilich haben sich diese Ausstellungen interessanter als auf dem Gebiete der Physik in anderen Zweigen der Naturwissenschaft, z. B. in der Medizin, Biologie und Chemie gestaltet und deswegen ist an dieser Stelle auf nichts Besonderes hinzuweisen.

In der Ausstellung der Universität Gent ist bemerkenswerth ein vor den Augen der Beschauer arbeitendes Demonstrationsmodell (Maassstab 1 : 20) des hydraulischen Hebewerks, von dem mehrere an den Schleusen des Mittelkanal im Hennegau in Gebrauch sind; sie überwinden eine Höhendifferenz von 15 *m* und können Schiffe bis zu 200 *t* Gehalt tragen. Prinzip und Konstruktion dieser Hebewerke sind zwar bekannt, aber es war doch interessant, ein solches vor den Augen des Publikums in Thätigkeit zu sehen. Ferner ist zu erwähnen eine schöne Sammlung alter chirurgischer Instrumente, die Herr Professor Deneffe zusammengestellt hat.

In der Ausstellung der Universität Lüttich erweckt das elektrotechnische Institut Montefiore-Levy, das mit dieser Universität verbunden ist, hohes Interesse: die Beispiele von Konstruktionen der Schüler, Hefte mit Berichten über praktische Arbeiten und über elektrische Konstruktionen geben ein klares Bild von der Art der Studien, die auf dieser bedeutenden Schule getrieben werden.

Aus der Ausstellung der Universität Brüssel sind zu erwähnen schöne Tafeln über die Anwendung der Radiographie auf Physiologie und klinische Chirurgie, ausgestellt von Hr. Prof. Gérard, zugleich mit einer Zusammenstellung der bei diesen Arbeiten benutzten Apparate, die in ihrer Gesammtheit ein vollständiges Bild von der experimentellen Entwickelung dieses Zweiges der elektrischen Optik geben. Ferner sei hingewiesen auf die Apparate von Herrn Professor Rousseau, besonders die, welche zur Vergleichung elektrischer Bogen- und Glühlampen dienen.

Bei der Universität Löwen sind zu bemerken die bedeutsamen Entwürfe von Herrn Professor Vierendeel für monumentale Eisenarchitektur, besonders in Anwendung auf Brücken mit geraden Trägern. Um diesen Brücken ein gefälliges Aussehen zu geben, schlägt Herr Vierendeel vor, mit den alten Formen zu brechen und statt der dreieckigen Felder, wie sie bisher bei den Gitterwänden üblich waren, viereckige anzuwenden; die ganze Wand wird dann durch eine Reihe von Bogen ersetzt, die einen sehr gefälligen Anblick gewähren. Herr Vierendeel hat die Ueberlegenheit seines Systems rechnerisch nachgewiesen und nach demselben eine Brücke von 31,5 *m* Spannweite hergestellt, die vor den Augen des Publikums allmählich steigenden Belastungen bis zum Bruch unterworfen werden soll, ein kostspieliges aber entscheidendes Experiment.

Die Kgl. Sternwarte von Brüssel stellt das Heliometer von Houzeau aus, das 1882 zu Santiago beim Venusdurchgange benutzt wurde, das Szintillometer von Montigny und den registrirenden Meteorographen von van Rysselberghe, der Luftdruck, Temperatur, Feuchtigkeitsgehalt und Windgeschwindigkeit aufschreibt. Ferner sind zu nennen die Sammlung von Photographien des Mars, des Jupiter und der Venus aus den Jahren 1877 bis 1897, aufgenommen von Herrn Niesten und Stuyvaert.

In den anderen Räumen der wissenschaftlichen Abtheilung treffen wir auf Kollektiv-Ausstellungen zahlreicher wissenschaftlicher Körperschaften und Gesellschaften:

Die Kgl. Belgische Normal-Aichungs-Kommission stellt die alten Prototype aus Platin, sowie die neuen vom Internationalen Bureau in Paris bezogenen aus Iridiumplatin aus, ferner alle von ihr zu Präzisionsmessungen benutzten Apparate, wie Komparatoren, Kathetometer, Waagen u. s. w.

Die Belgische Gesellschaft für Astronomie und Meteorologie zeigt ausser zahlreichen Veröffentlichungen die Einrichtung einer meteorologischen Station im Kongostaate.

Die Gesellschaft für Mikroskopie hat eine Zusammenstellung von Mikroskopen zu Stande gebracht, welche eine vollständige Geschichte der Entwickelung dieses Instruments vom ersten Pappmikroskop bis zum katadioptrischen vorführt; sie bietet ferner eine Sammlung von Mikroskopen der ersten Firmen: Zeiss, Nachet, Koritska, Hartnack u. s. w.

Das Militärische kartographische Institut von Belgien zeigt Karten dieses Landes im Maasstabe 1 : 20 000 und 1 : 40 000, sowie die Instrumente und Apparate,

welche bei der kartographischen Aufnahme, bei der Reduktion der Karten, ihrem Drucke u. s. w. benutzt werden.

Es ist unmöglich, auf die Einzelheiten der Ausstellungen sämmtlicher gelehrter Gesellschaften einzugehen, das oben von einigen Gesagte möge genügen, um den Werth einer jeden dieser Ausstellungen zu zeigen; wir wollen uns daher darauf beschränken, die wichtigsten nur zu nennen: die Sternwarten von Paris, Prag, Aachen, Bordeaux, der Kais. Russische meteorologische Dienst, das Observatorium für dynamische Meteorologie zu Trappe, das Meteorologische Zentral-Bureau zu München, die Französische meteorologische Gesellschaft, das Pflanzenphysiologische Institut zu Breslau, der Staatliche botanische Garten zu Java, das Naturhistorische Museum in Washington, die Smithsonian Institution, die Französische geologische Gesellschaft, die Belgische Gesellschaft für Hydrologie und Geologie, der Geologische Dienst von Belgien, Italien, Oesterreich, England, Frankreich, den Vereinigten Staaten, Japan, endlich Gesellschaften für Anthropologie, Archaeologie u. s. w.

Die Zahl der Gelehrten, die für sich Instrumente oder wissenschaftliche Sammlungen ausstellen, ist nicht minder beträchtlich und es wäre, unmöglich sie alle zu nennen; wir wollen nur diejenigen anführen, deren Namen allgemein bekannt oder deren Ausstellungen besonders interessant sind: Lippmann, Becquerel, Hamy, St. Meunier, Schlesing aus Paris, Zenger aus Wien, Pfitzer aus Heidelberg, Renard aus Gent, de Heen aus Lüttich, der Fürst von Monaco, Mathias aus Bordeaux, Parenty aus Riom, van Heurik aus Antwerpen, Boudicht aus Baye, Claes, Baron de Loë, Houzé u. s. w.

Wir werden späterhin, wenn wir die einzelnen Instrumente nach Fächern geordnet besprechen werden, Gelegenheit haben, auf diejenigen dieser Ausstellungen zurückzukommen, welche für uns besonderes Interesse haben. Auch ist es überflüssig jetzt auf die Konstrukteure und Verfertiger, die in grosser Zahl an der Ausstellung sich betheiligt haben, einzugehen, da wir sie später einzeln wiederfinden werden.

Aus dem vorstehenden kurzen Ueberblick kann man sich wohl ein Bild von der Bedeutung und der Wichtigkeit der wissenschaftlichen Abtheilung machen; der beste Beweis ihres Erfolges ist die grosse Zahl von Besuchern, die sich in ihr aufhalten; während man fürchten konnte, dass sie nur von Fachleuten besichtigt werden würde, muss man mit Befriedigung feststellen, dass auch die grosse Menge den Darbietungen der Wissenschaft anhaltendes Interesse zuwendet.

Es wäre zu wünschen, dass dieser erste Versuch als sicheren Erfolg die endgültige Annahme des Grundsatzes hätte, den wir am Anfange dieser Besprechung aufgestellt haben: auf den Weltausstellungen der *Abtheilung für Wissenschaft* in gleicher Weise einen Platz zu schaffen, wie dem *Salon der schönen Künste*.

(Fortsetzung folgt.)

Für die Praxis.

Eine neue Vorrichtung, um auf einer Patronendrehbank Gewinde zwischen Spitzen zu schneiden.

(Vorgeführt im Zwgv. Berlin der D. G. f. M. u. O. am 4. 5. 97.)

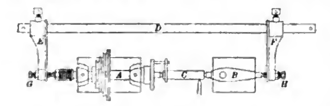
Von **P. Görs** in Berlin.

Zum Gewindeschneiden zwischen Spitzen benutzte man bisher meist eine Feder, welche in den Reitstock an Stelle der Spindel eingesteckt wurde, um die Pinole nach vorn zu drücken. Diese Feder durfte natürlich nur kurz sein, um der Pinole nicht zu viel Führung im Reitstock zu nehmen, andererseits musste sie aber auch stark genug sein, um *schwerere* Stücke sicher zwischen den Spitzen zu halten. Bei Bearbeitung längerer, *schwacher* Stücke kam es daher vor, dass der Feder am Anfang des Schneidens sehr geringe Spannung gegeben werden musste, während am Ende die Spannung so stark wurde, dass die zu schneidenden Stücke verbogen wurden.

Eine andere, bedeutend bessere Einrichtung wurde in der Werkstatt des Herrn C. Reichel in Berlin bisher benutzt: Zwei in geeigneten Lagern befestigte Winkelhebel drückten gegen die Spindel und das vom Kopf befreite Ende des Gewindebolzens der Pinole und hielten auf diese Weise das zu bearbeitende Stück zwischen den Spitzen fest. Diese Einrichtung gestattete die vollständige Ausnutzung der Patronenlänge zum Schneiden

von Gewinden, besass aber den Nachtheil, dass bei ungleicher Belastung der Winkelhebel die Patrone einen seitlichen Druck gegen das Führungsstück ausübte. Derselbe Fehler haftet der zuerst genannten Einrichtung natürlich in noch viel höherem Maasse an.

In Gemeinschaft mit Herrn C. Reichel hat Verfasser s. Z. die beistehend abgebildete Einrichtung konstruirt, bei welcher alle oben genannten Fehler vermieden sind. In der Figur bedeutet A die Drehbankspindel, B den Reitstock und C das zu bearbeitende Stück. Die Theile D, E



und F stellen die neue Einrichtung dar. D ist ein Stahlrohr von der Länge der Drehbank, auf welchem sich die Stücke E und F verschieben lassen. Durch das freie Ende der Stücke E und F gehen parallel zum Stahlrohr längere Schrauben G und H, welche in gehärtete Kugeln auslaufen; eine Gegenmutter gestattet das Feststellen dieser Schrauben. Bei der Anwendung dieser Vorrichtung wird in das hintere Ende der Spindel ein Stahlstück mit einer grösseren trichterförmigen Versenkung eingesteckt, in die Einsenkung kommt die Kugel der Schraube G. Zwischen den Drehbankspitzen wird der zu bearbeitende Gegenstand C eingesetzt, nachdem man am Reitstock B den Kopf entfernt und die Schraube in die tiefste Stellung gebracht hat. Schliesslich schiebt man das Stück F so weit auf dem Stahlrohr heran, dass die Kugel der Schraube H in das meistens vorhandene Gesenk der Pinolenspindel eingreift, und klemmt nun das Stück F auf dem Rohre D mittels der oberen Schraube fest. Durch Stellen der Schrauben G und H erreicht man jetzt die zum Gewindeschneiden nöthige Festigkeit des Arbeitsstückes.

Zum bequemen und raschen Arbeiten ist es vortheilhaft, das Rohr D an den Enden mit Hülfe zweier Fäden oder dünner Drähte an der Decke aufzuhängen; es genügt aber auch, das Rohr im Schwerpunkt durch eine Rolle oder dgl. zu unterstützen.

Mit der beschriebenen Einrichtung ist die Ausnützung der vollen Patronenlänge möglich; da ferner keine seitwärts auf die Spindel wirkenden Kräfte vorhanden sind, so ist eine Beschädigung der Patrone oder ihrer Führung ausgeschlossen und die Herstellung selbst der feinsten Gewinde auf grösseren Stücken möglich.

Verfasser hat Stücke bis 13 *kg* Gewicht noch sehr gut unter Benutzung dieser Einrichtung mit Gewinde versehen.

Kleinere Mittheilungen.

Die Elektrizität und das Barometer.

L'Électricien (2) **14.** *S. 48. 1897* nach *Etincelle électrique.*

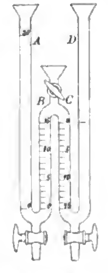
Es ist eine sehr bekannte Thatsache, dass das Barometer nicht immer leichte Schwankungen anzeigt, welche in der Atmosphäre auftreten. Verschiedene Gelehrte, u. A. auch Saxby, der sich besonders befleissigt hat, die Ursache dieser Trägheit der Quecksilbersäule zu ermitteln, schreiben sie dem Einfluss der atmosphärischen Elektrizität zu und sind überzeugt, dass man nur präzise und zuverlässige Angaben des Barometers erlangen kann, insofern es durch eine Art Galvanometer ergänzt wird, das den elektrischen Zustand der Atmosphäre anzeigt. *Klssm.*

Ein Apparat zur Bestimmung der Dichte von Flüssigkeiten nach Geissler (Bonn a. Rh.).

Von M. Lefèbvre.

Nach einem Sonderabdruck aus den *Ann. d. l. Soc. scient. de Bruxelles 1896.*

Der Apparat besteht aus einem doppelt U-förmig gebogenen, an den Biegungsstellen mit Hähnen versehenen Glasrohre der nebenstehend abgebildeten Form. Die beiden mittleren Schenkel tragen die gleiche willkürliche Theilung (0 bis 15), und zwar B mit der Bezifferung von unten nach oben, C von oben nach unten. Auf A ist ein dem Nullpunkte von B entsprechender Punkt, sowie der Theilstrich 30, auf D ein Strich markirt, der dem Nullpunkte von C entspricht.



Bei Benutzung des Apparates sind die beiden unteren Hähne geschlossen. Bei geöffnetem mittleren Hahne giesst man dann in A soviel destillirtes Wasser, in D soviel der zu untersuchenden Flüssigkeit, dass beide Schenkelpaare bis zu den Nullpunkten gefüllt sind. Nunmehr schliesst man den mittleren Hahn und füllt bei A soviel Wasser auf, dass dasselbe bis

zum Striche 30 einsteht. Die hierbei beobachtete Verschiebung der Kuppen in B und C reicht zur Ermittlung der Dichte der zu untersuchenden Flüssigkeit hin.

Stehen beispielsweise die Kuppen in B und C bei den Theilstrichen 6 bezw. 6,5, so halten sich demnach eine Säule von $6{,}5 \times 2 = 13$ *cm* der zu untersuchenden Flüssigkeit und eine Wassersäule von $30 - 6 = 24$ *cm* das Gleichgewicht, also ist, wenn D die Dichte des Wassers und D' diejenige der zu untersuchenden Flüssigkeit bedeutet, $D' : D = 24 : 13$ oder, wenn man $D = 1$ setzt, was allerdings streng genommen nur für Wasser von 4° C gilt, so wird $D' = 24 : 13 = 1{,}846$.

Der beschriebene Apparat ist von Kapillaritätseinflüssen unabhängig. *Schl.*

Zur Einführung des metrischen Systems in England (vgl. *Vbl. 1895. S. 168*) **ist nunmehr ein vorbereitender Schritt geschehen. Am 6. August d. J. hat der** *Weights and Measures (Metric System) Act 1897* **Gesetzeskraft erlangt, der den Gebrauch des Metermaasses in Handel und Verkehr** *erlaubt* **und dem** *Board of Trade* **die Aufbewahrung von Normalen überträgt. Hoffentlich lässt nunmehr die Abschaffung der Fussmaasse und die** *obligatorische* **Einführung des metrischen Systems nicht allzu lange auf sich warten.**

Verbilligung des Aluminiums.

Aus *Zeitschr. f. Elektrotechnik 15. S. 512. 1897.*

Nach einer Aeusserung des nordamerikanischen Konsuls in Zürich dürfte der Preis des Aluminiums schon innerhalb eines Jahres auf wenig über 2 *M.* für das Kilogramm fallen. Er schliesst dies aus der gegenwärtigen Produktion des Metalles und der zu erwartenden Zunahme. Im Jahre 1896 wurden täglich 7000 *kg* Aluminium gewonnen, in diesem Jahre aber sollen täglich nicht weniger als 21 000 *kg* dargestellt werden. Mit dieser Produktionsvergrösserung kann der Verbrauch nur Schritt halten bei einer erheblichen Preisverminderung, welche die Anwendung des Aluminiums in weiterem Maasse als bisher gestattet.

Klssm.

Die Firma Carl Zeiss hat ihrem bisherigen Betriebe eine *Abtheilung zum Bau astronomischer Instrumente* **angefügt, deren Leitung Herrn Dr. M. Pauly in Jena, im Assoziationsverhältniss mit der Firma, untersteht. Herrn Dr. Pauly ist für die Firma Prokura ertheilt worden.** (Vgl. *Vbl. 1897. S. 109.*)

69. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte.

Braunschweig, 20. bis 25. September 1897.

Theilnehmer an der Versammlung kann jeder werden, der sich für Naturwissenschaften und Medizin interessirt. Eine Theilnehmerkarte für Nichtmitglieder der Gesellschaft, die 18 *M.* kostet, berechtigt zum Bezug des Festabzeichens, des in fünf Nummern erscheinenden Tageblatts, der Festgaben (bestehend aus verschiedenen Festschriften) und sonstiger für die Theilnehmer bestimmter Drucksachen, sowie zur Theilnahme an den Festlichkeiten und wissenschaftlichen Sitzungen, über deren Programm im *Vbl. 1897. S. 125* **berichtet ist. Ferner berechtigt die Theilnehmerkarte zur Entnahme von Damenkarten zum Preise von 6 *M.***

II. Kraft- und Arbeitsmaschinen-Ausstellung München 1898.

Der Termin für die endgültige Anmeldung läuft am 1. Oktober d. J. ab; diejenigen Interessenten, welche sich an der Ausstellung zu betheiligen gedenken, mögen daher ihre Anmeldung an das Ausstellungsdirektorium (München, Färbergraben 1½) möglichst bald einsenden.

Bücherschau.

E. v. Hoyer, Lehrbuch der vergleichenden mechanischen Technologie. 1. Bd.: Die Verarbeitg. der Metalle u. des Holzes. 9. Aufl. gr. 8°. XIV, 515 S. Wiesbaden, C. W. Kreidel 12,00 *M.*

G. Lukasiewicz, Das Berechnen und Schneiden der Gewinde. Ein prakt. Hülfsbuch f. den Eisen- und Metalldreher. 2. Aufl. gr. 8°. VIII, 92 S. m. 20 Abbildgn. Weimar, B. F. Voigt. 2,50 *M.*

E. Cohn, Elektrische Ströme. 10 Vorträge üb. die physikal. Grundlagen der Starkstrom-Technik, gr. 8°. IV, 182 S. m. 70 Abbildgn. Leipzig, S. Hirzel, 3,60 *M.*

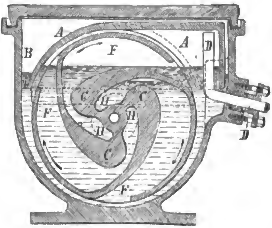
C. Hochenegg, Anordnung und Bemessung elektrischer Leitungen. 2. Aufl. gr. 8°. VIII, 214 S. m. 42 Fig. Berlin, J. Springer u. München, R. Oldenbourg. Geb. in Leinw. 6,00 *M.*

K. Hausser, Die technische, kaufmännische u. kunstgewerbliche Ausbildung der Handwerker. Eine zeitgemässe Betrachtg. m. prakt. Vorschlägen f. die Hebung u. Besserung der Lage des gewerbl. Mittelstandes. gr. 8°. 51 S. Dresden, C. O. Lehmann. 0,80 *M.*

Patentschau.

Quecksilberluftpumpe. A. Barr in Glasgow und W. Stroud in Leeds. 30. 5. 1896. Nr. 91 472. Kl. 42.

Die Luftpumpe besitzt zwei, durch Quecksilber von einander abgeschlossene Luftverbindungskammern *A* und *B*, von denen die innere Kammer *A* durch Rohr *D* mit dem auszupumpenden Gefässe, die äussere *B* dagegen mit einer gewöhnlichen Luftpumpe in Verbindung steht. In der Kammer *A* ist eine umlaufende Trommel *C* angeordnet, welche durch ihre Kanäle *F* und seitliche Austrittsöffnungen *H* die Luft aus dem auszupumpenden Gefässe der mittels der gewöhnlichen Luftpumpe schon theilweise ausgepumpten Kammer *B* zugeführt.

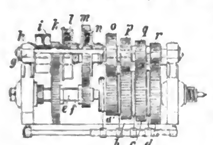


Reissfeder. F. Lutterberg in Mittweida. 30. 4. 1896. Nr. 92 219. Kl. 42.

Die seitwärts bewegbare Zunge *b* ist in der Weise angeordnet, dass die Stellschraube *e* zwischen dem Drehpunkt *c* und dem oberhalb liegenden Feststellpunkt *d* sich befindet, um zur Erhöhung der Standfestigkeit der seitwärts beweglichen Zunge günstigere Hebelverhältnisse zu schaffen.

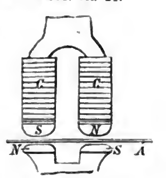
Antriebsvorrichtung für Werkzeug- und Arbeitsmaschinen mit beliebig zu wechselnder Geschwindigkeit. R. Zipernowsky in Budapest. 8. 3 1895. Nr. 91 409. Kl. 49.

Die Antriebswelle (beispielsweise einer Drehbank) besteht aus zwei Theilen, nämlich einer vollen Welle *g* und einem dieselbe umgebenden hohlen Wellenstück *h*. Mittels zweier elektromagnetischer Kuppelungen *k l* und *m n* werden Welle *g* und Wellenstück *h* entweder direkt oder unter Einschaltung einer Vorgelegewelle *f* mit einander verbunden. Welle *g* ist ausserdem mit einer Anzahl von Zahnrädern *o p q r* versehen, welche in entsprechend mit elektromagnetischen Kuppelungen versehene Zahnräder *a b c d* der anzutreibenden Welle *e* eingreifen. Durch entsprechende Schaltung der Kuppelungen kann die Geschwindigkeit der angetriebenen Welle der verschiedenen Uebersetzungen der Zahnräder entsprechend geändert werden. Die Maschine läuft dabei ruhig weiter und die Kuppelungstheile brauchen von Hand nicht verschoben zu werden.



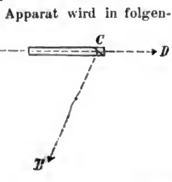
Wechselstrom-Motorzähler G. Hookham in Birmingham. 12. 5. 1896. Nr. 92 488. Kl. 21.

Die gegabelten Polschuhe des Nebenschlusselektromagneten tragen Hauptstromspulen *C* von entgegengesetzter Polarität, um das Kraftlinienfeld zu vergrössern und einen raschen Wechsel der Polaritäten zu erzielen. *A* ist der Anker.



Entfernungsmesser. R. Penkmayer in Amberg, Bayern. 18. 9. 1896. Nr. 91 794. Kl. 42.

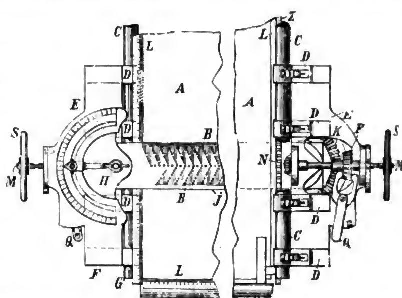
Das Instrument besteht aus einem Stabe, an dessen Enden eine Visiröffnung und ein Spiegel sich befindet. Von dem Spiegelbelag ist oben ein Streifen abgenommen, und in das Glas sind zwei vertikale Striche eingeritzt. Die Spiegelebene bildet einen bestimmten Winkel mit dem Stabe und liegt zu dessen oberer Fläche senkrecht. Der Apparat wird in folgender Weise gebraucht.



Der Beobachter, der sich an einem Punkte *A* befinden möge, stellt sich so, dass er den Punkt *B*, dessen Entfernung er bestimmen will, zur rechten Seite hat, und hält das Instrument waagerecht so, dass er, durch die Visiröffnung blickend, das Spiegelbild des Punk-

tes *B* in dem rechten Spiegelstriche sieht. In diesem Moment fasst er auch einen durch das freigelegte Glas in dem oben genannten Striche sichtbaren, am besten ziemlich weit entfernten Richtpunkt *D* ins Auge. Hierauf hat er in der Richtung nach diesem Punkte *D* vorwärts zu gehen, dabei den zurückgelegten Weg durch Schrittzählen oder mittels Messbandes zu bestimmen, sowie in angemessenen Absätzen zu halten und über den rechten Strich nach dem Punkte *D* zu visiren. Das Spiegelbild nähert sich dabei allmählich dem linken Striche. Ist es in diesen gelangt, so erübrigt nur noch, den zurückgelegten Weg mit der Konstanten zu multipliziren, um die Entfernung *A B* zu erhalten.

Vorrichtung zum Verzeichnen von Ellipsen auf dem Reissbrett. G. Grund in Berlin. 21. 4. 1896. Nr. 92135. Kl. 70.



Auf der am Zeichenbrett *A* befestigten Führungsstange *C* gleitet mit Führungslagern *D* die Platte *E* mit Bolzen *H*, welcher die Drehachse für das mit der Schiene *J* fest verbundene konische Rad *K* bildet. Letzteres greift in ein Gegenrad *F*, welches sich auf der mit Handrad *S* versehenen Vorlegewelle *M* befindet. Diese trägt ferner das Zahnrad *N*, welches in die Zahnstange *Z* eingreift. Letztere ist an ihrer oberen Seite mit dem Maassstabe *L* versehen. Das Rad *N* kann durch Verschieben der Welle *M* in oder ausser Eingriff mit der Zahnstange gebracht werden. Ferner ist das Rad *F* durch den Hebel *Q* auf der Welle *M* verschiebbar angeordnet, sodass ein Eingriff mit dem Rade *K* herbeigeführt oder vermieden werden kann. Auf der Reissschiene *J* sind Löcher *B* angebracht, durch welche ein Bleistift oder eine Zeichenfeder gesteckt werden kann. Je nachdem, ob nur das Getriebe *N* mit der Zahnstange oder das Getriebe *F* mit *K*, oder ob beide Getriebe eingreifen, können gerade Linien, Kreise oder Ellipsen aufgezeichnet werden.

Patentliste.

Bis zum 30. August 1897.

Anmeldungen.

Klasse:

42. H. 17863. Instrument zur Ermittelung der Entfernung und Höhenlage unzugänglicher Punkte von einem einzigen Standorte aus. M. Hornstein, Wien. 14. 10. 96.

57. Sch. 12630. Vorrichtung zur dauernden Beobachtung der Entwickelung photographischer Platten. Schippang & Wehenkel, Berlin. 24. 5. 97.

67. M. 13381. Selbstthätige Kugelschleifmaschine. F. Manz, Pforzheim. 7. 11. 96.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 94140. Primärelement mit filterartigem Behälter für den Depolarisator. M. F. X. Fuchs, Belfort. 28. 11. 96.

Nr. 94262. Elektrometer mit Kompensirung der elektrostatischen Kräfte durch Stromspulen oder Magnete. Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, vorm. Schuckert & Co., Nürnberg. 9. 2. 97.

Nr. 94306. Apparat zur elektrischen Uebertragung von Bildern. C. W. Nyström, Karlstadt, Schweden. 11. 1. 95.

Nr. 94309. Wechselstrom-Motorzähler. J. Juraske, H. Brockelt und F. Rumrich, Dresden. 2. 8. 96.

47. Nr. 94235. Vorrichtung zum Einrücken der für verschiedene Geschwindigkeiten dienenden Riemscheiben für Schraubendrehbänke u. dgl. G. Kärger, Berlin. 18. 6. 96.

48. Nr. 94293. Herstellung einer Masse für elektrische Widerstände. L. Parvillée, Paris. 1. 12. 96.

49. Nr. 94119. Vertikal-Bohrmaschine. B. Escher, Chemnitz. 28. 4. 96.

57. Nr. 94146. Vorrichtung zur Aufnahme und Projektion von Reihenbildern. A. F. Parnaland, Paris. 17. 5. 96.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 19. 1. Oktober. 1897.

Ueber Längenmessungen in der Werkstatt, vom Standpunkte der Prüfungsthätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Vortrag,

gehalten auf dem VIII. Deutschen Mechanikertage am 18. September 1897

von

Dr. **F. Göpel** in Charlottenburg.

Meine Herren! Ein nicht geringer Theil der wiederkehrenden Prüfungsarbeiten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, und zwar speziell des präzisionsmechanischen Laboratoriums, besteht in der Untersuchung von technischen Längenmaassen, von Kaliberkörpern und Lehren, Messwerkzeugen, Normalgewinden und Leitspindeln, deren einwandfreie Herstellung sämmtlich einen hohen Grad von Vorsicht bei der Verwendung des metrischen Maasses in der Werkstatt voraussetzt. Nicht selten gestattet das Resultat dieser Prüfungen Rückschlüsse auf die Art der Herstellung der genannten Gegenstände und auch auf Irrthümer oder falsche Gewohnheiten, welche sich bei den Längenmessmethoden in dieser oder jener Werkstatt eingebürgert haben. Ferner giebt der Ausbau der Prüfungsmethoden selbst manchen Fingerzeig für die Verwendung der oben erwähnten Maassträger. Einige Mittheilungen über die wichtigsten dieser Irrthümer und einige Andeutungen über ihre Abstellung an der Hand der eigenen Erfahrungen der Reichsanstalt dürften gleichzeitig für die Werkstattmessungen überhaupt von Nutzen sein.

Schon die Frage unter welchen Bedingungen eine in der Werkstatt hergestellte Länge, etwa ein Endmaass von 10 *cm* Länge, mit der Definition des metrischen Maasses innerhalb einer dem Zweck angepassten Unsicherheit übereinstimmt oder nach landläufigen Begriffen „richtig“ ist, würde in verschiedenen Werkstätten eine verschiedene Beantwortung finden. Dass das Endmaass bei anderer Temperatur andere Länge hat, weiss man genau, ja man ist auch meist über die Grösse dieser thermischen Aenderungen gut unterrichtet, aber man benutzt in manchen Fällen diese Kenntniss in unrichtiger Weise.

In schriftlichen Mittheilungen, auch in Preisverzeichnissen kann man zuweilen die Bemerkung finden, dass irgend ein Maasskörper nach dem Dafürhalten des Verfertigers bei 20° *C.* innerhalb einer bestimmten Fehlergrenze „richtig“ ist, das heisst etwa genau 10 *cm* darstellt. Zu diesem Resultat konnte man vielleicht auf folgendem Wege gekommen sein. Das Maass möge ein stählernes Endmaass von 10 *cm* Nominalwerth sein. Es ist bei 12° *C.* Werkstatttemperatur mit einem zur Verfügung stehenden Normal von bekannter Länge bei gleicher Temperatur beider verglichen worden, und es hat sich ergeben, dass die hergestellte Kopie um etwa 0,01 *mm* kürzer ist als 10 *cm*. Nun schliesst man einfach: da eine Erhöhung der Temperatur von 12° auf 20° *C.* eine Verlängerung des Maasses um rund 0,01 *mm* herbeiführt, so stellt das Endmaass bei 20° *C.* die Länge von 100 *mm* einwandfrei dar.

Ein kurzes Eingehen auf die Definition des metrischen Maasses überzeugt sofort von der Unrichtigkeit dieses Schlusses. Unsere Längenmaasse verschiedenster Art sind in letzter Instanz sämmtlich Kopien des internationalen Prototyps aus Iridiumplatin in Paris, auf welchem durch die Mittellinien zweier Striche ein Intervall begrenzt ist, welches nach dem Gesetz bei der Temperatur von 0° die Länge des Meters darstellt. Unsere Kopien werden aber nur dann innerhalb einer bestimmten

Fehlergrenze mit dem Urmeter selbst oder mit Bruchtheilen seiner Länge übereinstimmen, wenn wir diese Uebereinstimmung von Urmaass und Kopie durch Vergleichung bei beiden Maassen *in dem gesetzlich festgelegten Zustand, nämlich bei der Normaltemperatur von 0°*, festgestellt haben. Daran ändert auch der Umstand nichts, dass unsere abgeleiteten Gebrauchslängenmaasse ausnahmslos aus einem anderen Material als dem kostbaren Iridiumplatin bestehen und in Folge dessen ihre Länge mit der Temperatur nach anderen Gesetzen ändern als das Material des Prototyps. Diese Thatsache scheint es aber gerade zu sein, welche bei dem eben angeführten Irrthum die Erkenntniss der falschen Anwendung der Meter-Definition erschwert. Man stösst sich an dem Gedanken, dass z. B. ein Stahlmeter, welches bei 0° genau ein Meter lang ist und demnach mit dem Urmaass übereinstimmt, bei höherer Temperatur, sagen wir bei 18° *C.*, um etwa 0,05 *mm* länger ist als das Urmaass bei derselben Temperatur; und doch müsste der Stahlkopie auch dann noch das Prädikat „richtig“ gegeben werden. Oder man sieht die von der internationalen Meterkommission angenommene Normaltemperatur von 0° als für die Verhältnisse des praktischen Lebens unzweckmässig an, weil wir unsere Längenmessungen zumeist bei mittlerer Zimmertemperatur ausführen müssen.

Durchaus nicht selten hört man die Frage: Warum kann ich nicht meine Messung auf einen Meterstab beziehen, welcher bei 18° *C.* „richtig“ ist? Gewiss könnte man das, aber eben nur, wenn unser Urmaass auch bei 18° *C.* und nicht bei 0° das gesetzliche Meter darstellt. Nur würde diese Aenderung, selbst wenn sie gesetzlich festgelegt wäre, keine der angeblichen Unbequemlichkeiten für die Praxis wegschaffen. Hier wie bei jeder anderen Normaltemperatur müsste dieselbe Erkenntniss Platz greifen, deren Mangel vereinzelt noch besteht. Und wohin sollte es führen, wenn der oder jener Verfertiger von Längenmaassen einfach diejenige Temperatur als Normaltemperatur annimmt, welche die Abweichungen vom Nominalwerth verschwinden lässt. Das würde bald zu einer eben solchen Degeneration unserer technischen Längenmaasse führen, wie wir sie bei unseren Werkstattgewinden, wenn auch aus anderen Ursachen, bereits gefühlt haben. Eine genaue Beziehung von Maassarbeiten verschiedenen Ursprunges auf einander würde kaum möglich sein.

Die Reichsanstalt hat sich bemüht, den angeführten irrigen Ansichten über die Normaltemperatur des metrischen Maasses, da wo sie noch bestehen, durch eine klare Fassung der Prüfungsbescheinigungen, welche über die Resultate der Untersuchung von Kaliberkörpern u. s. w. ausgestellt werden, entgegenzutreten. Namentlich in den Fällen, wo etwa die Angabe der Abweichungen des Maasses bei der üblichen Gebrauchstemperatur von 18° *C.* gewünscht wird, unterscheidet der Text der Prüfungsscheine streng zwischen dem *Nominalwerth* und dem *Sollwerth* einer gemessenen Länge. Der *Nominalwerth* ist die metrische Länge, welche ein Maass bei 0° repräsentiren soll, und diesen Werth trägt der Maasskörper gewöhnlich dem Sprachgebrauch entsprechend als Bezeichnung. Der *Sollwerth* ist dagegen der mit dem Temperaturzustand veränderliche, grössere Werth, den die Länge bei höheren Temperaturen als 0° annimmt; er berechnet sich in der einfachsten Weise aus dem Nominalwerth zuzüglich der Verlängerung des Maasskörpers bei der in Frage kommenden Temperatur. Bei dem oben erwähnten stählernen Dezimeter-Körper würde demnach der Sollwerth bei 18° *C.* 100,021 *mm* betragen, während der Sollwerth eines Dezimeter-Körpers aus Messing 100,033 *mm* betragen müsste. Nur in dem Falle, wo die Messung dieser Körper bei 18° *C.* innerhalb der Fehlergrenze die eben angeführten Beträge ergiebt, würde man die Körper im landläufigen Sinne als „richtig“ und zwar bei jeder Temperatur als richtig bezeichnen können, doch liegt es auf der Hand, dass demjenigen, welcher einen Maasskörper bei seinen Arbeiten verwendet, mehr damit gedient sein wird, wenn ihm nicht nur die „Richtigkeit“ seines Maasses gewährleistet, sondern auch eine sichere Angabe darüber gemacht wird, innerhalb welcher Grenzen das benutzte Maass *unsicher* ist. Eine solche Angabe ist für den kritischen Gebrauch von Maasskörpern viel wichtiger als die immerhin dehnbare Versicherung der „Richtigkeit“.

Da die Werkstatt meist mit den Sollwerthen ihrer Maasse arbeiten muss, so hat sie aber aus einem anderen Grund volles Recht, den von ihr hergestellten Längen eine besondere Sicherheit bei der Messungstemperatur zuzuschreiben; denn wollte sie aus der Kenntniss dieser Temperatur den Nominalwerth einer abgeglichenen Länge ableiten, so bedarf sie dazu als Reduktionsfaktor des Ausdehnungskoëffizienten des

verwendeten Materiales. Derselbe ist selbst bei Metallen und Legirungen eines und desselben Ursprunges verschieden, sodass sich die Werkstatt mit der Verwendung eines Mittelwerthes, wie er etwa in physikalischen Lehrbüchern angegeben wird, begnügen muss. Ist nun die thermische Ausdehnung eines gerade vorliegenden Körpers thatsächlich eine vom angenommenen Mittelwerth verschiedene, so muss die für eine andere Temperatur, also etwa für 0° errechnete Längenangabe eine erhöhte Unsicherheit erhalten, sodass aus diesem Grunde den Angaben der Fabrikanten für die Messungstemperatur ein Hinweis auf besondere Sicherheit des Maasses mit gutem Recht hinzugefügt werden darf. Aus dem angeführten Grunde giebt auch die Reichsanstalt bei der Mittheilung der Prüfungsergebnisse immer ausser den Abweichungen bei der Messungstemperatur entweder die durch direkte Bestimmung an dem eingesandten Körper oder als Mittelwerth aus früheren Versuchen abgeleitete Grösse des Ausdehnungskoëffizienten an, welcher für die Umformung der direkt gefundenen Abweichungen auf die Normaltemperatur oder auf eine andere, gerade gewünschte Gebrauchstemperatur benutzt worden ist. Für weitere Temperaturreduktionen an dem Prüfungsbefund darf aber dann auch nur der angegebene Koëffizient verwendet werden.

Bei dieser Gelegenheit mag vor dem Versuch gewarnt werden, den Ausdehnungskoëffizienten an einem kurzen Körper selbst zu bestimmen, indem man etwa Messungsergebnisse bei zwei um einige Grad auseinanderliegenden Temperaturen hierzu verwendet. Das giebt durchaus unbrauchbare Resultate, welche nur zu weiteren und manchmal auch sehr kostspieligen Irrthümern führen können. Es mögen deshalb für den Werkstattgebrauch die wichtigsten Ausdehnungskoëffizienten hier Platz finden. Ihre Grösse stellt Mittelwerthe aus den eigenen, zahlreichen Ausdehnungsbestimmungen der Reichsanstalt dar. Auf 1 *m* Länge und 1° *C.* Temperaturzunahme dehnen sich aus: Stahl um 0,0110 *mm*, Messing um 0,0185 *mm*, Bronze um 0,0180 *mm*.

Aus dem bisher Gesagten ergeben sich bereits die einfachsten Fingerzeige für die Verwendung von Längennormalien in der Werkstatt, mögen es Strich- oder Endmaasse sein. Nehmen wir an, dass die vorhandenen Normalien innerhalb der in der Werkstatt vorkommenden geringsten Messungsunsicherheiten der Definition des metrischen Maasses entsprechen, so ergiebt sich die Regel, dass man, wenn aus den vorhandenen Normalien neue, möglichst identische Kopien hergestellt werden sollen, streng zu unterscheiden hat, ob das Material der Kopie gleiche thermische Ausdehnuug hat, wie das Material des Grundmaasses, oder nicht. Im ersten Falle ist eine Bestimmung der Temperatur beider Körper nicht nöthig, wenn man je nach der geforderten Sicherheit auf *Uebereinstimmung* der Temperatur achtet; nach der Abgleichung müssen Maass und Kopie alsdann Uebereinstimmung der Länge zeigen. Im zweiten Falle ist dagegen eine Ermittelung der Temperatur für beide Körper nöthig. Sie müssen nach richtiger Abgleichung dieselbe Längendifferenz bei der Messung zeigen, welche sich aus den unter Benutzung der ermittelten Temperatur und der zugehörigen Ausdehnungskoëffizienten durch Rechnung ermittelten Sollwerthen ergiebt.

Die Frage, in welchen Grenzen sich die eben geforderte Temperaturübereinstimmung zu halten hat, ist für die Werkstattpraxis von besonderer Wichtigkeit.

Stellt man die ohne besondere Vorsichtsmassregeln erreichbare Forderung, dass ein in bestimmtem Maasse herzustellendes Werkstück in seiner Temperatur noch um ± 10° *C.* von der des benutzten Maasskörpers oder Messwerkzeuges abweichen darf, dabei aber für die hergestellten Längen nur eine Unsicherheit von ± 0,005 *mm* zulässig ist, also eine Unsicherheit, welche mit einem guten Schraubenmikrometer ohne weiteres noch nachweisbar ist, so ergiebt die Berücksichtigung der Ausdehnungskoëffizienten unserer beiden wichtigsten Materialien, Stahl und Messing, dass bei Stahl bis zu etwa 45 *mm*, bei Messing bis 27 *mm* Messlänge eine besondere Vorsicht bezüglich der Temperatur ausser Acht gelassen werden darf. Durch eine ganz einfache Formel lassen sich diese Beziehungen für alle möglichen Fälle darstellen und gewinnen vor Allem dann Werth, wenn bei der Forderung einer bestimmten Unsicherheit die Frage beantwortet werden soll, in welchen Grenzen sich bei der Abgleichung der herzustellenden Länge die Temperaturübereinstimmung von Maass und Werkstück halten müssen. Bedeutet

l_s den Sollwerth der zu erzeugenden Länge,

t den Temperaturunterschied zwischen Maass und Werkstück

a den Wärme-Ausdehnungskoëffizienten der Kopie,
u die geforderte Unsicherheit,

so gilt $\pm u = \pm l_s \,.\, t \,.\, a$

demnach $t = \pm \dfrac{u}{l_s \,.\, a}$

Soll also z. B. ein stählerner Kaliberbolzen von 50 *mm* Nominalwerth mit einem vorhandenen, sicheren Maass abgeglichen werden, so ist für beide, allerdings nur für die Vornahme der letzten Verfeinerung, höchstens ein Temperaturunterschied von $\pm$ 3,5° *C.* zulässig, wenn aus der Uebereinstimmung zwischen Maass und Kopie auf eine Unsicherheit von nur $\pm$ 0,002 *mm* geschlossen werden soll.

(Schluss folgt.)

Vereins- und Personen-Nachrichten.

Zur Aufnahme in die D. G. f. M. u. O. gemeldet:

Herr Wilhelm Weule, Mech. Werkstatt und Glasschleiferei, Goslar.

Hr. Dr. **Heinrich Kreutz,** a. o. Professor der Astronomie an der Universität Kiel, wurde von seinem Amt an der dortigen Sternwarte entbunden und mit der Herausgabe der *Astronomischen Nachrichten* betraut.

Hr. Dr. **Julius Hann,** o. Professor der Physik an der Universität Wien und Direktor der dortigen Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, hat seine Aemter aus Gesundheitsrücksichten niedergelegt und die o. Professur der Meteorologie an der Universität Graz übernommen. Sein Nachfolger wird der o. Professor der kosmischen Physik an der Universität Innsbruck, Hr. Dr. **Josef Pernter.**

In London hat sich unter dem Vorsitz von Prof. **S. P. Thompson** eine Röntgen-Gesellschaft gebildet.

Kleinere Mittheilungen.

Der neue Zolltarif der Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Von **A. Blaschke** in Berlin und **M. Fischer** in Jena.

Nachdem der neue Zolltarif der Vereinigten Staaten von Nordamerika (sog. *Dingley-Bill*) in Kraft getreten ist, bringen wir nach einer Uebersetzung der *New-Yorker Staatszeitung* **63.** *Nr. 183 v. 21. Juli 1897* diejenigen Bestimmungen, welche für die deutsche Präzisionstechnik von Wichtigkeit sein dürften. Eine ausführliche Wiedergabe erscheint angesichts des jetzt bemerkbar werdenden wirthschaftlichen Aufschwungs in den Vereinigten Staaten und der hervorragenden Bedeutung dieses Marktes für die deutsche Präzisionstechnik angezeigt.

A. Zu **verzollen** sind:

a) nach Position:

93. Kohlenstifte für elektrische Lampen: 90 *Cents* per 100 Stück.

Poröse Kohlen-Elektroden in Gefässform für elektrische Batterien ohne metallische Verbindungen: 20% des Werthes.

103. Brillen, Augengläser und Schielbrillen, sowie die Gestelle für dieselben oder Theile derselben, fertiggestellt oder nicht, wenn nicht über 40 Cents per Dutzend werth: 20 Cents per Dutzend und 15% des Werthes; darüber, aber nicht mehr als 1,50 $ per Dutzend werth: 45 Cents per Dutzend und 20% des Werthes; wenn über 1,50 $ per Dutzend werth: 50% des Werthes.

104. Linsen aus Glas oder Krystall, geschliffen und polirt in sphärischer, zylindrischer oder prismatischer Form, und geschliffene und polirte flache oder muschelförmige Gläser, gänzlich oder theilweise verarbeitet; mit nicht geschliffenen Rändern: 45% des Werthes, mit konisch geschliffenen Rändern: 10 Cents per Dutzend Paar und 45% des Werthes.

105. Glasstreifen, nicht mehr als 3 Zoll (7,5 cm) breit, auf einer oder beiden Seiten in zylindrischer oder prismatischer Form geschliffen oder polirt, sowie Schiebegläser für Laterna Magicas: 45% des Werthes.

106. Operngucker und Feldstecher, Teleskope, Mikroskope, Linsen für photographische Kameras und für Scheinwerfer und optische Instrumente, und Rahmen oder Montirungsstücke für dieselben; alle vorbenannten Artikel, nicht speziell in diesem Gesetze aufgeführt: 45% des Werthes.

189. Chronometer für Land- und Seegebrauch und Theile davon: 40% des Werthes.

442. Stimmpfeifen, Stimmgabeln, Stimmhämmer und Taktmesser oder Metronome: 45% des Werthes.

447. Photographische Trockenplatten oder Häute (Films): 25% des Werthes.

b) nach allgemeinen Bestimmungen:

Abschnitt 6. Auf alle importirten rohen oder nicht fabrizirten Artikel, nicht speziell in diesem Gesetze aufgeführt, soll ein Zoll von 10% des Werthes erhoben werden, und auf

alle gänzlich oder theilweise fabrizirten Artikel, in diesem Gesetz nicht speziell aufgeführt, ein Zoll von 20% des Werthes.

Abschnitt 7. Jeder importirte, nicht speziell in diesem Gesetz aufgeführte Artikel, der in Bezug auf Material, Qualität, Textur oder Gebrauch, zu welchem er bestimmt sein mag, irgend einem in diesem Gesetze als zollpflichtig aufgeführten Artikel ähnelt, soll zu derselben Rate verzollt werden, wie sie auf den aufgeführten Artikel, welchem er in Bezug auf irgend eine der vorerwähnten Einzelheiten am meisten gleicht, entrichtet werden muss; wenn irgend ein nicht aufgeführter Artikel zwei oder mehreren der aufgeführten Artikel, welche verschiedenen Zollraten unterliegen, entspricht, so soll von dem betreffenden nicht aufgeführten Artikel der nämliche Zoll erhoben werden, wie er auf den am höchsten zu verzollenden der verschiedenen ähnlichen Artikel zu entrichten ist; auf nicht aufgeführte aus zwei oder mehr Materialien hergestellte Artikel soll Zoll zu der höchsten Rate erhoben werden, welcher der betreffende Artikel unterliegen würde, wenn er gänzlich aus dem Material bestände, welches dem Werthe nach das Hauptmaterial bildet; die Worte „dem Werthe nach das Hauptmaterial", wo immer in diesem Gesetze gebraucht, bedeuten das Material, welches jedes andere einzelne, in demselben Artikel enthaltene Material an Werth übertrifft; als Werth jedes der in Rede stehenden Materialien soll derjenige angenommen werden, welchen das betreffende Material in dem Zustande, in welchem es in dem in Rede stehenden Artikel gefunden wird, besitzt. Wenn zwei oder mehr Zollraten auf einen importirten Artikel anwendbar sind, soll derselbe der höchsten Rate unterliegen.

B. **Zollfrei** sind folgende Positionen:

543. Glasplatten oder -scheiben, rauh geschliffen oder unverarbeitet, nur für optische Instrumente, Brillen- und Augengläser passend; vorbehaltlich, dass solche 8 *Zoll* (20 *cm*) im Durchmesser übersteigende Scheiben hinreichend polirt sind, um ihre Beschaffenheit feststellen zu können.

593. Modelle von Erfindungen und anderen Verbesserungen in der Mechanik, einschliesslich Maschinen-Modelle; es soll jedoch kein Artikel als Modell oder Muster gelten, der anderweitig in Gebrauch genommen werden kann.

613. Physikalische und wissenschaftliche Apparate, Utensilien, Instrumente und Präparate, einschliesslich der dieselben enthaltenden Flaschen und Kisten, „bona fide" importirt zum Gebrauch seitens irgend einer Gesellschaft oder eines Instituts, das zu religiösen, philosophischen, wissenschaftlichen, literarischen, Erziehungs-Zwecken oder zur Förderung der schönen Künste inkorporirt und gegründet worden ist, oder für den Gebrauch und auf Ordre irgend eines College, Akademie, Schule oder Seminars in den Vereinigten Staaten oder eines Staates oder einer öffentlichen Bibliothek, und nicht zum Verkaufe, sind den diesbezüglichen, seitens des Schatzamts-Sekretärs zu erlassenden Anordnungen unterworfen.

617. Platin, unverarbeitet, und Tiegel, Retorten und andere Apparate, Gefässe und deren Theile aus Platin, für chemische Zwecke.

619½. Professionelle Bücher, Geräthschaften, Instrumente und Handwerkszeug, welche zur Ausübung der Profession von in den Vereinigten Staaten landenden Einwanderern nothwendig und thatsächlich in deren Besitze sind.

639. Naturgeschichtliche, botanische und mineralogische Exemplare, wenn für wissenschaftliche öffentliche Sammlungen und nicht zum Verkaufe importirt.

670. Kunstwerke, Zeichnungen, Stahlstiche, Photographien, Bilder, sowie physikalische und wissenschaftliche Apparate, welche seitens professioneller Künstler, Vorleser oder Gelehrter vom Auslande für deren eigenen Gebrauch und zu temporärer Ausstellung und Veranschaulichung mitgebracht werden, oder zur Förderung und Ermunterung von Kunst, Wissenschaft und Industrie in den Vereinigten Staaten und nicht zum Verkauf bestimmt sind, sollen den diesbezüglichen Vorschriften des Finanz-Sekretärs gemäss zollfrei sein; doch soll Kaution für die Entrichtung solcher Zölle an die Bundesregierung gestellt werden, wie sie auf die betreffenden Artikel dem Gesetze zufolge entrichtet werden müssen, wenn dieselben nicht innerhalb sechs Monaten nach ihrem Import wieder exportirt werden; vorbehaltlich, dass der Finanz-Sekretär auf diesbezügliches Ansuchen hin diesen Termin um weitere sechs Monate verlängert.

(Schluss folgt.)

Neuerungen an Rechenmaschinen von Arthur Burkhardt.

Von M. Bornhäuser in Charlottenburg.

Die bekannten und weit verbreiteten Rechenmaschinen von Arthur Burkhardt in Glashütte i. S. haben neuerdings einige nicht unwesentliche Verbesserungen erfahren, welche der Maschine eine noch grössere Verbreitung sichern dürften, namentlich da die eine den Besitzer der Maschine in den Stand setzt, die am häufigsten vorkommende Reparatur, das Ersetzen der Auslöscherfedern, mit wenigen Handgriffen selbst zu bewerkstelligen. Bei der älteren Type war das Gehäuse für diese Federn unter dem Lineal ange-

bracht und das Herausnehmen desselben zwecks Einsetzens einer neuen Feder eine sehr umständliche und zeitraubende Arbeit. Bei der neuen Type sitzt das durch D.R.G.M. 78251 geschützte Federhaus auf der Oberseite des Lineals in einer Ausdrehung des Auslöschknopfes, welcher zu diesem Zweck etwas grössere Dimensionen als bisher erhalten hat, was aber keineswegs als Nachtheil bezeichnet werden kann. Nach Lösen der Kopfschraube und Abheben des Knopfes wird sofort das geöffnete Federhaus frei. Um dasselbe ganz zu entfernen, braucht man nur die beiden Schrauben, welche das zahnradförmige Untertheil des Federhauses am Lineal festhalten, zu lockern und eine derselben ganz zu entfernen, wonach man das Federhaus leicht abheben kann, um eine neue Feder einzusetzen. Das innere Federende ist an einem Messingrohr befestigt, welches mit Vierkantloch auf den den Auslöschknopf tragenden Vierkantstift leicht aufgeschoben ist und ebenfalls mit abgehoben wird. Nach Einsetzen einer neuen Feder schiebt man das ganze Federhaus mit dem erwähnten Messingrohr wieder über den Vierkantstift, legt das zahnradförmige Untertheil mit einer Zahnlücke so gegen die steckengebliebene Schraube, dass die Feder leicht gespannt wird und befestigt das Ganze in dieser Stellung durch Einschrauben der zweiten Schraube, worauf der Auslöschknopf wieder darübergeschoben und festgeschraubt wird. Die ganze Arbeit nimmt nur wenige Minuten in Anspruch.

Die zweite Verbesserung, welche Burkhardt angebracht hat, besteht in einer am Gelenk der Kurbel befestigten kräftigen Feder, welche ein unbeabsichtigtes Umlegen der Kurbel beim Rechnen verhindert, wodurch bei unachtsamem Kurbeln leicht entstehende Fehler vermieden werden.

Erwähnt sei noch, dass Herr Burkhardt bei ihm zur Reparatur eingesandten Maschinen der älteren Type seines Fabrikates die beschriebenen Verbesserungen kostenlos anbringt.

Der **Gewerbesaal zu Berlin** veranstaltet auch in diesem Jahre eine Ausstellung der von seinen Schülern angefertigten Zeichnungen; dieselbe findet in der Aula des Schulhauses Hinter der Garnisonkirche 2 statt und ist von Sonnabend den 2. Oktober bis zum Mittwoch den 6. Oktober geöffnet, und zwar an den Wochentagen von 12 bis 3 Uhr und von 6 bis 9 Uhr, an dem Sonntage von 12 bis 5 Uhr. Das Winterhalbjahr des Gewerbesaales beginnt am Mittwoch den 6. Oktober; nähere Angaben über den Lehrplan und die Aufnahmebedingungen finden sich im *Vbl. 1897. S. 62.*

Bücherschau und Preislisten.

Preisverzeichniss über Karborundum und Waaren daraus. Von Georg Voss & Co. (Inhaber Guido Zische), Naxos-Schmirgelwerk, Deuben, Bez. Dresden. 1897. 20 S.

Das vorliegende Verzeichniss, welchem in Kurzem ein grösserer ausführlicher Katalog folgen soll, bestätigt, dass man jetzt auch in Deutschland eifrig bestrebt ist, den Schmirgel in allen seinen Verwendungsarten möglichst durch Karborundum zu ersetzen. Es möge der Hinweis genügen, dass das neue Schleifmittel jetzt in allen beim Schmirgel gebräuchlichen Anwendungsformen, also als Papier, als Schleifräder und Feilen u. s. w., von der Firma Georg Voss & Co. hergestellt wird und von ihr resp. ihren Vertretern zu beziehen ist. Der Alleinverkauf ist folgenden Firmen übertragen: Richard Lüders in Görlitz für Deutschland östlich der Elbe; Leopold Hugo Zell in Rittershausen für Rheinland und Westfalen; A. Collin in Frankfurt a. M. für Elsass-Lothringen, Württemberg, Baden, u. s. w. *G.*

Anleitung zum Bau elektrischer Haustelegraphen, Telephon- und Blitzableiter-Anlagen. Herausgegeben von der Aktiengesellschaft Mix & Genest, Telephon-, Telegraphen- und Blitzableiter-Fabrik, Berlin. 4. erweiterte Auflage mit 520 Abbildungen und 24 Bogen. Preis 4,50 *M.*, in Leinw. geb. 5,00 *M.*

Die schnelle Aufeinanderfolge der Auflagen lässt erkennen, dass die Aktiengesellschaft mit der Herausgabe dieses Werkes einem Bedürfniss entsprochen hat. Wenn in dem beschreibenden Theil auch ausschliesslich Erzeugnisse der Herausgeberin behandelt sind, so sind diese doch so mannigfaltig und von so anerkannter Güte, dass der praktische Installateur für alle ihm vorkommenden Fälle genügenden Aufschluss erhält.

Die einzelnen Abschnitte behandeln: Allgemeines über elektrische Anlagen, Haustelegraphen-Anlagen, Telephon-Anlagen, Wasserstandanzeiger, Wächterkontroleinrichtungen, zeitweise Beleuchtung durch Batteriestrom, Blitzableiter, elektrische Prüfungen; sie sind in allgemeinverständlicher Form und grosser Ausführlichkeit gegeben. Von neueren Konstruktionen verdienen Erwähnung die Körnermikrophone, neue Telephonapparate mit Induk-

toranruf, Zentralumschalter für Schleifenleitungen u. a. m. Neu hinzugetreten sind die Kapitel über Wächterkontroleinrichtungen und zeitweise Beleuchtung durch Batteriestrom, für welche eine sehr sinnreiche und interessante Anordnung beschrieben ist. Das Kapitel über Blitzableiter ist zwar auch durch einige neue Vorschriften bereichert worden, berücksichtigt jedoch leider noch nicht die neueren Anschauungen über die Natur des Blitzes und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Konstruktion von Blitzableitern.

Die Ausstattung des Werkes ist, sowohl was Druck als auch Abbildungen betrifft, durchaus tadellos, namentlich die Leitungsschemata zeichnen sich durch Deutlichkeit und Uebersichtlichkeit aus. Da das Werk die neuesten, besten und brauchbarsten Apparate umfasst und ausserdem viele werthvolle Angaben und Anleitungen enthält, namentlich über das Aufsuchen und Beseitigen von Betriebsstörungen, so kann es als praktischen Führer allen Interessenten bestens empfohlen werden. *Bornhäuser.*

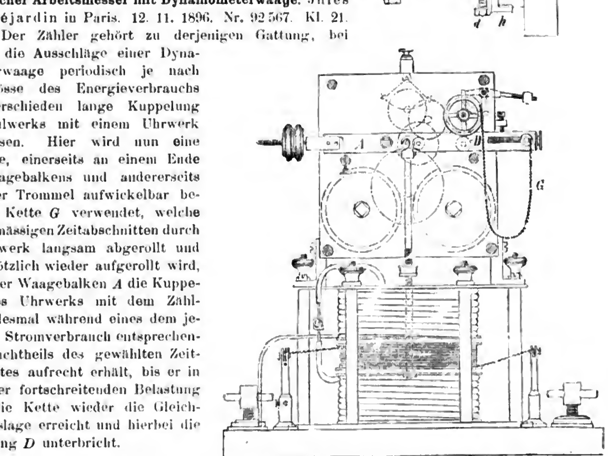
Patentschau.

Drehherz für Gegenstände, welche auf einem Dorn abgedreht werden. Fr. Schleehauf in Stuttgart. 5. 7. 1896. Nr. 91 628. Kl. 49.

Eine oder mehrere durch Ansätze *c* des auf den Dorn gespannten Drehherzes geführte Gegendruckschrauben *d* werden auf den abzudrehenden Gegenstand niedergeschraubt und pressen diesen auf den Dorn fest. Um das Herz auch für grössere Arbeitsstücke (Scheiben) benutzen zu können, verwendet man Klauen *h*, mittels deren die Gegendruckschrauben das Arbeitsstück fassen.

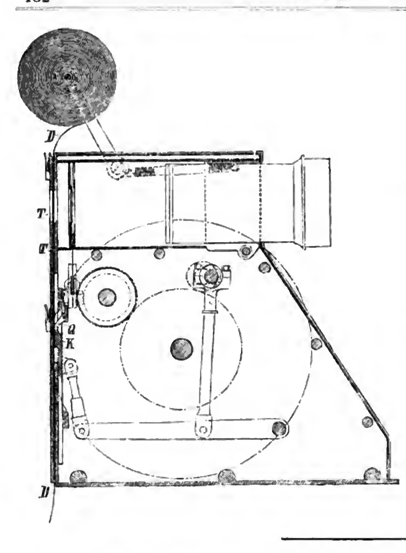
Elektrischer Arbeitsmesser mit Dynamometerwaage. Jules Déjardin in Paris. 12. 11. 1896. Nr. 92 567. Kl. 21.

Der Zähler gehört zu derjenigen Gattung, bei welcher die Ausschläge einer Dynamometerwaage periodisch je nach der Grösse des Energieverbrauchs eine verschieden lange Kuppelung des Zählwerks mit einem Uhrwerk veranlassen. Hier wird nun eine biegsame, einerseits an einem Ende des Waagebalkens und andererseits auf einer Trommel aufwickelbar befestigte Kette *G* verwendet, welche in regelmässigen Zeitabschnitten durch das Uhrwerk langsam abgerollt und dann plötzlich wieder aufgerollt wird, sodass der Waagebalken *A* die Kuppelung des Uhrwerks mit dem Zählwerk jedesmal während eines dem jeweiligen Stromverbrauch entsprechenden Bruchtheils des gewählten Zeitabschnittes aufrecht erhält, bis er in Folge der fortschreitenden Belastung durch die Kette wieder die Gleichgewichtslage erreicht und hierbei die Kuppelung *D* unterbricht.



Teleskopartig zusammenschiebbarer Opernglashalter mit Stellvorrichtung für das Opernglas. J. Murphy, O. F. Engwall u. Ch. A. Tiden in Chicago. 15. 7. 1896. Nr. 92 221. Kl. 42.

Dieser Halter für Operngucker besteht aus zwei oder mehreren teleskopartig in einander schiebbaren Theilen, welche derartig mit einander verbunden sind, dass mittels eines Stellrädchens eine in dem Halter untergebrachte, mit der Einstellvorrichtung am Operngucker stets im Ein-



griff bleibende Spindel in Umdrehung versetzt werden kann. Auf diese Weise lässt sich die Länge des Halters und damit die Höhenlage des Opernguckers nach Bedarf ändern und in jeder Stellung des Halters durch die den Griff desselben umfassende Hand das Glas nach Wunsch einstellen.

Aufnahme- und Projektionsapparat für Reihenbilder. A. F. Parnaland in Paris. 24. 6. 1896. Nr. 91 901. Kl. 57.

Die ruckweise Fortschaltung des Bildbandes *D* erfolgt durch unter Federwirkung stehende Klinken *Q*, welche an einem mittels Kurbelgetriebes hubweise bewegten Schieber *K* sitzen und bei der einen Bewegungsrichtung des Schiebers *K* über die Films schleifen, am Ende der Schieberbewegung in einen der regelmässig über die ganze Länge des Bildbandes vertheilten Ausschnitte *T* einfallen und beim Rückgang des Schiebers *K* durch Angriff an eine Kante des Ausschnittes *T* das Filmsband mitnehmen.

Patentliste.

Bis zum 13. September 1897.

Anmeldungen.

Klasse:

21. A. 5146. Elektrizitätszähler. H. Aron, Berlin. 3. 3. 97.

L. 10 447. Oszillirender Arbeitsmesser. A. Lotz, Berlin. 1. 6. 96.

49. B. 20 326. Stahlhalter; Zus. z. Pat. 69 682. K. Bauer, Pfullingen, Württ. 16. 2. 97.

W. 12637. Drehherz mit verstellbarer, mit Spitzenlöchern versehener Platte. F. Wigand, Marienburg, Westpr. 23. 2 97.

P. 8532. Vorrichtung zum Stellen der Reitstockführungen. Otto Pekrun, Coswig i S. 21. 11. 96.

57. S. 9739 Multiplikator-Kassette zu schnell aufeinander folgenden Aufnahmen für Zwecke der Farbenphotographie. G. Selle, Brandenburg a. H. 7. 9. 96.

W. 12 385. Photometer. G. F. Wynne, Wrexham, Engl. 30. 11. 96.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 94 359. Schaltung für Fernsprecher zum Sprechen beim gleichzeitigen Telegraphiren auf derselben Leitung. Th. Balukiewitsch, Tiflis. 15. 9. 95.

Nr. 94 491. Stufenschalter für elektrische Widerstände. Siemens & Halske, Berlin. 5. 6. 96.

42. Nr. 94 450. Aus *einem* Stück herstellbarer bildumkehrender Glaskörper für Fernrohre. E. Sprenger, Berlin. 27. 2. 95.

Nr. 94 590. Druckmesser. G. Willner, Frankfurt a. O. 18. 8. 96.

Nr. 94 591. Stroboskop. A. u. L. Lumière, Lyon-Montplaisir. 17. 9. 96.

49. Nr. 94 340. Quergetheilter Spiralbohrer mit auswechselbarem Spitzentheil. W. May, Köln-Zollstock. 27. 9. 96.

Nr. 94 549. Kugelfräs- und Schleifmaschine. F. Fischer, Schweinfurt a. M. 5. 2. 97.

57. Nr. 94 644. Irisblendenartig verstellbarer Objektivring. B. Uttenreuther, München. 18. 7. 96.

74. Nr. 94 369. Einrichtung zum Einstellen von Apparaten aus der Ferne durch Elektrizität. Société Sautter, Harlé & Cie., Paris. 2. 2. 96.

Nr. 94 372 Vorrichtung zur Fernübertragung von Magnetnadelstellungen. R. Kübler, Berlin. 12. 8. 96.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 20. 15. Oktober. 1897.

Ueber Längenmessungen in der Werkstatt, vom Standpunkte der Prüfungsthätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Vortrag,

gehalten auf dem VIII. Deutschen Mechanikertage am 18. September 1897

von

Dr. F. Göpel in Charlottenburg.

(Schluss.)

Eine solche Temperaturübereinstimmung lässt sich nach den Erfahrungen der Reichsanstalt mit den einfachen Mitteln der Werkstatt noch mit Sicherheit erreichen, auch in dem Falle, wo es sich um die Herstellung grösserer Dimensionen mit Zulassung der gleich geringen Unsicherheit wie in unserem Beispiel handelt, wo also eine noch nähere Temperaturübereinstimmung zwischen Maass und Kopie nöthig ist. In freier Luft ist ein Temperaturausgleich erfahrungsgemäss nicht zu erzielen; lagert man aber beide Körper vor der Vornahme der Messung auf grossen Metallmassen, etwa einem Drehbankbett oder einer schweren Richtplatte, derartig, dass ihre Berührungsflächen mit der gemeinsamen Unterlage nicht zu klein sind, so tritt bald ein für die meisten Fälle ausreichender Gleichgewichtszustand in der Temperatur der Körper ein. Man kann die Sicherheit und Schnelligkeit des Ausgleiches noch wesentlich dadurch erhöhen, dass man die Körper durch möglichst enges Umgeben mit kleineren Eisenmassen, wie Drehbanktheilen, Linealen, vierkantigen Dornen in ein stagnirendes Luftbad einschliesst. Die Reichsanstalt wendet diese Art der Temperierung bei der Messung von Endmaassen bis zu etwa 250 *mm* Länge in der Form an, dass sie für die Körper kompakte Hohlformen aus Letternmetall giesst, in welche die Maasskörper eingeschoben werden, und zwar bleiben die Körper auch bei der Messung selbst in ihrer Ummantelung. Versuche mit Thermometern, deren Gefässe in Bohrungen des Umhüllungsmateriales eingeführt wurden, ergaben eine sehr nahe Temperaturgleichheit sowohl in mehreren getrennten Hohlkörpern, als auch an verschiedenen Stellen in einer und derselben Umhüllung, wenn dieselben etwa 30 Minuten lang auf einer gemeinsamen, gut leitenden Unterlage gelegen hatten. Wenn man diese Metallumhüllungen nicht direkt mit den Händen berührt, sondern beim Anfassen durch Leder schützt oder noch besser mit einer Zange aus Holz oder Eisen angreift, hält sich die Temperatur darin sehr lange konstant, sodass durch diese einfache Ummantelung komplizirte Temperirungseinrichtungen überflüssig werden. Das zu den Formen nöthige Letternmetall ist in Buchdruckereien als Letternausschuss billig zu kaufen und in schnell hergestellten Holz- oder Blechformen mühelos und leicht in die erforderliche Form zu bringen.

Vorsichtsmassregeln, wie die oben geschilderten, werden natürlich nur bei Herstellung solcher Endmaasse und Kaliber nöthig sein, für die ein hoher Grad von Sicherheit in der Angabe des geforderten Längenmaasses Bedingung ist. Für solche präzise Maasskörper sollen noch folgende Bemerkungen gelten. Von einigen Fabrikanten wird in der vollkommen richtigen Würdigung der schädlichen Temperatureinflüsse den Endmaassen eine Umhüllung von Gummischlauch oder Hartgummirohr gegeben. Aus dem oben Gesagten erhellt jedoch, dass eine solche Umhüllung einem Temperaturausgleich, wie er bei einigermaassen präzisen Messungen in der Werkstatt nöthig ist, nur hinderlich sein kann. Freilich werden die Maasse gut gegen die Folgen einer Berührung der Hand geschützt, aber über ihre innere Temperatur bleibt man vollständig unsicher.

Dazu kommt noch, dass die Stahlkörper unter der Gummihülle leicht anrosten und das Weiterrosten dem Auge verborgen bleibt, wenigstens wenn die Hülle sehr fest aufsitzt. Aus diesem Grunde dürfte die Verwendung solcher schlecht wärmeleitender Umhüllungen nicht anzurathen sein.

Ferner wird aus unseren bisherigen Betrachtungen zu folgern sein, dass die Sicherheit des Augleiches und der Konstanz der Temperatur wesentlich durch eine zweckmässige *Form* der Endmaasse begünstigt wird. Je grösser ihre Masse bei möglichst geringer Oberfläche ist, desto stabiler wird das Temperaturgleichgewicht bleiben. Aus diesem Grunde sind z. B. Stahl-Endmaasse von Kreuzquerschnitt, wie sie der Reichsanstalt zur Prüfung vorgelegen haben, nicht zu empfehlen, um so weniger als Festigkeitsrücksichten, welche zu Gunsten eines derartigen Querschnittes angeführt werden könnten, hier nicht in Betracht zu ziehen sind.

Präzise Zylinder, welche bei einem Durchmesser von 20 *mm* durch Andrehen etwa 10 *mm* breiter Fazetten an den Enden kreisrunde Endflächen von 8 *mm* Durchmesser erhalten, bilden eine zweckmässige Form auch noch für Endmaass bis zu 250 *mm* Länge. Zudem ermöglicht diese Gestalt der Endmaasse, freilich nur wenn die Körper gut zylindrisch sind, einer weiteren wichtigen Forderung zu genügen, nämlich der der Planparallelität der Endflächen. Bei dieser Gelegenheit möge eine in der Reichsanstalt oft bewährte Verbesserung einer im Prinzip weit verbreiteten Vorrichtung zum Planparallelschleifen der Endflächen erwähnt werden, welche von Herrn Prof. Dr. Leman angegeben ist. Die gewöhnliche Anordnung besteht in einem kräftigen Rothgusszylinder mit angelöthetem Flansch. Der ganze Körper ist in seiner Achsenrichtung genau zylindrisch durchbohrt resp. ausgedreht, sodass die Kaliberkörper genau darin passen. Nach dem Ausdrehen wird der Körper auf einem scharf passenden Dorn zwischen todte Spitzen genommen und an der freien Seite des Flansches nahe der Peripherie auf etwa 8 *mm* plangedreht, während der übrige Theil des Flansches nach der Ausdrehung zu unterdreht wird. Beim Schleifen setzt man die Vorrichtung mit dem Flansch auf eine Spiegelglasplatte oder auf eine geschabte Eisenplatte, steckt das zu schleifende Endmaass in die Ausdrehung und lässt durch langsames Hin- und Herschieben der ganzen Einrichtung das auf die Fläche aufgebrachte Schleifmittel abwechselnd auf die beiden Endflächen des Maasses wirken, wobei sich die Maasskörper durch ihr Eigengewicht auf die Schleifebene auflegen. Bei dieser Einrichtung ist es aber nicht zu erreichen, dass auch nur zwei Endmaasse mit gleicher Präzision in die Ausdrehung passen; der geringste Fehler im Passen muss sofort von schädlichem Einfluss auf die Gestaltung der Endflächen sein. Die angegebene Aenderung besteht nun darin, dass die Ausdrehung in der Mitte erweitert ist, sodass nur oben und unten je ein Ring stehen bleibt. Diese beiden Ringe sind durch Anfeilen in Y-Lager verwandelt; der zu schleifende Zylinder berührt dieselben nur an zwei Punkten und wird durch gegenüberliegende Justirschrauben daran sicher und zwangfrei geführt. Dadurch wird es möglich, noch Kaliberkörper von etwas, wenn auch nicht stark verschiedenem Durchmesser sicher zu lagern.

Endlich möge noch eine für die Herstellung von stählernen Endmaassen wichtige Frage gestreift werden, die Frage des Härtens. In ihrer ganzen Länge gehärtete Endmaasse zeigen allmählich fortschreitende Dimensionsänderungen, welche nach den bisherigen Versuchen der Reichsanstalt, namentlich in der ersten Zeit nach dem Härten, vor allem bei längeren Körpern eine beträchtliche Verkürzung solcher Endmaasse herbeiführen. Mit Rücksicht hierauf empfiehlt es sich, Endmaasse nur an den äussersten Enden zu härten. In Fällen, wo eine durchgehende Härtung der Maasskörper nöthig erscheint, z. B. bei zylindrischen Kaliberbolzen, ist aus dem gleichen Grunde eine häufige einwandfreie Kontrole des Maasses geboten, wenigstens solange nicht mit Sicherheit erwiesen ist, ob ein von manchen Fabriken geübtes Temperirungsverfahren zur Beseitigung solcher Dimensionsänderungen in gehärteten Maasskörpern auf die Dauer wirksam ist. Sie finden Näheres über diesen Punkt in einem Vortrag des Herrn Prof. Dr. Leman „Ueber die Einrichtung und den Gebrauch von Präzisionsmaassstäben", welcher am 13. April 1896 im Verein zur Beförderung des Gewerbfleisses gehalten wurde und im Jahrgang 1896 der Verhandlungen des genannten Vereins veröffentlicht ist.

Gleich häufig wie mit der Prüfung von Endmaassen und Kalibern hat sich die Reichsanstalt mit der Untersuchung der Theilung technischer Gebrauchslängen-

maasse zu befassen gehabt. Die hierbei gemachten Erfahrungen liessen manchmal eine zweckmässigere Konstruktion der Maassstäbe im eigenen Interesse der Einsender vortheilhaft erscheinen, namentlich dort, wo ausdrücklich eine ziemlich geringe Unsicherheit in der Bestimmung der inneren Theilungsfehler wie auch namentlich der ganzen Länge gefordert wurde. Zunächst liess in manchen Fällen die Güte der Theilung manches zu wünschen übrig, die Striche waren viel zu stark und ungleichmässig und namentlich bei Kantentheilungen am Fusse oft durch sogenannte Nasen verunstaltet, Fehler, welche der Verwendung solcher Theilungen grosse Unsicherheit verleihen und doch durch eine etwas erhöhte Sorgfalt bei der Zurichtung der Theilfläche und der Stichel ohne grossen Zeitverlust leicht zu vermeiden sind. Dann aber waren die Grundkörper der Maasse häufig zu schwach konstruirt. Stahlschienen von nur 5 bis 6 *mm* Dicke bei 30 *mm* Breite lassen sich für kurze Maassstäbe eben noch verwenden, aber bei Längen von 1 *m* und darüber schliesst ihre Verwendung namentlich beim Messen grosser Längen leicht Irrthümer in sich, wenn die Unterlage des Maassstabes nicht sehr gut eben ist. Ein kräftiges Vierkant- oder Rechteckprofil dürfte die sonst auftretenden Biegungsfehler schon so herabdrücken, dass sie bei grösseren Längen innerhalb der Verwendungssicherheit solcher Werkstattmaassstäbe bleiben. Für besondere Fälle, in denen eine höhere Sicherheit gewährleistet werden soll, sei gleichfalls auf den oben erwähnten Vortrag verwiesen.

Von Messwerkzeugen wurden neben einigen Schublehren namentlich sogenannte Schraubmikrometer zahlreicher zur Prüfung eingesandt. Die ersteren zeigten in vereinzelten Fällen gleiche Mängel der Theilstriche, wie sie oben bei den Gebrauchsmaassstäben erwähnt wurden, während die Präzision der Theilung immer der ja nur geringen Messungssicherheit der Schublehren entsprach. Die Untersuchungsergebnisse der Schraubmikrometer waren in jeder Beziehung günstige. Da dieses Messwerkzeug in unseren feinmechanischen Werkstätten häufige Verwendung findet, mögen hier einige Mittheilungen über die Art ihrer Prüfung und über die mit ihnen zu erreichende Messungssicherheit gestattet sein.

Der schnellste Weg zur Prüfung besteht darin, dass man mit dem zu untersuchenden Mikrometer einige sicher bekannte Endmaasse ausmisst. Die hierbei erhaltenen Resultate gestatten, namentlich wenn der Reihe nach mehrere, etwa von 5 zu 5 *mm* wachsende, Endmaasse bestimmt werden, einen sicheren Schluss auf die fortschreitenden Fehler der Messschraube, allerdings unter Einschluss aller dem Werkzeug sonst anhaftenden Unsicherheiten. Dahin ist vor allem zu rechnen der Fehler durch verschiedenen Druck zwischen den Messflächen. Von einer Untersuchung der periodischen Fehler der Messschraube, etwa zusammen mit den Theilungsfehlern der Trommel, kann mit Rücksicht auf die überhaupt mit dem Schraubmikrometer erreichbare Messungssicherheit abgesehen werden. Dagegen wird in solchen Fällen, wo etwa eine Untersuchung der Messschraube von Gang zu Gang wünschenswerth erscheint, ein anderer Weg eingeschlagen, bei welchem die Berührungsunsicherheit zwischen den Endmaassen und den Messflächen ausgeschieden ist. Auf dem Bügel des Mikrometers und auf der mit der Schraube fest verbundenen Trommel werden zwei feine Striche aufgerissen, sodass die Verbindungslinie der Strichmitten parallel zur Achse der Schraube liegt. Die Entfernung beider wird auf dem Komparator mit einem Strichmaassstab verglichen. Dreht man hierauf die Schraube um einen Gang, bis entweder die Trommel wieder dieselbe Einstellung gegen den Index zeigt oder der Strich auf der Trommel im Gesichtsfeld des Mikroskops in gleicher Lage zum Querfaden steht, wie bei der ersten Messung, so muss die nunmehr ermittelte Strichentfernung um die Ganghöhe der Messschraube grösser ausfallen als vorher. Erstreckt man diese Messungen über die ganze Schraubenlänge, so erhält man den Verlauf der fortschreitenden Fehler mit grosser Sicherheit. Die am häufigsten vorkommende Messschraubenlänge beträgt 25 *mm*. Die fortschreitenden Abweichungen halten sich mit verschwindenden Ausnahmen innerhalb 0,01 *mm* für die ganze Länge, in manchen Fällen, und zwar bei deutschen Mikrometern, innerhalb 0,003 *mm*. Dass die Abweichungen fast stets negative Vorzeichen haben, sodass also die Schraube zu kurz ist, liegt vielleicht auch an einer falschen Auffassung der Definition des metrischen Maasses. Aus dem Gesagten wäre für den Gebrauch der Schraubmikrometer in der Werkstatt die Erfahrung zu entnehmen, dass den unmittelbaren Angaben dieser Instrumente im Allgemeinen nur bis auf etwa 0,01 *mm* Zutrauen geschenkt werden darf. Indessen ist die Leistungsfähigkeit des Mikrometers

doch eine weit höhere; will man sie jedoch voll ausnutzen, so ist eine genaue Ermittelung und Berücksichtigung der Schraubenfehler unerlässlich. Man kann nach den Erfahrungen, welche in der Reichsanstalt mit Schraubmikrometern gemacht wurden, ohne besondere Vorsichtsmaassregeln eine Messungssicherheit von 0,003 *mm* erreichen, vorausgesetzt aber, dass die Schraubenfehler gut bekannt sind. An der Erreichung dieser Sicherheit hindern auch nicht die früher so gefürchteten Verschiedenheiten des Druckes zwischen den Messflächen beim Anschrauben. In der That ist man im Stande, mit der Hand sehr genau gleiche Kraft beim Anschrauben der Messschraube auszuüben. Die Messung einer Reihe sorgfältig bestimmter Endmaasse mit einem Schraubmikrometer seitens zweier Beobachter ergab in den meisten Fällen eine noch geringere Messungsunsicherheit als 0,003 *mm*. Die Erkenntniss, dass diese Verschiedenheiten sich durch Anbringung einer Reibungsverbindung oder einer einseitig wirkenden Kronrad-Kuppelung zwischen Trommel und Rändel, d. h. einer sogenannten Gefühlsschraube, nicht vermeiden lassen, scheint sich immer weiter zu verbreiten; das beweist die Thatsache, dass unter den der Reichsanstalt zur Prüfung eingesandten Mikrometern sich keines mit solchen Einrichtungen befand.

Aus den eben gemachten Mittheilungen lässt sich für die feinere Messtechnik der Praxis ein wichtiger Rath entnehmen, der auch zum Theil schon von grösseren Werkstätten befolgt wird. Der Besitz *einiger* guter Endmaasse, deren Abweichungen vom Sollwerth von einwandfreier Seite festgestellt ist, ermöglicht Jedem, die Prüfung und Ueberwachung seiner Messwerkzeuge selbst vorzunehmen, um so die bei hohen Anforderungen nöthige Konstanz des innerhalb der Werkstatt verwendeten metrischen Maasses zu gewährleisten. Bei *reichlichem* Besitz von Endmaassen oder Kaliberkörpern empfiehlt es sich überhaupt, genauere Werkstattmessungen auf relativem Wege vorzunehmen, d. h. die herzustellende Länge stets durch das zu Gebote stehende Messwerkzeug mit dem nächstgrossen vorhandenen Endmaass direkt zu vergleichen. Je geringer dabei die Differenz der beiden Vergleichslängen ist, ein um so kleinerer Betrag der dem Messwerkzeug anhaftenden systematischen Fehler geht in das Resultat der Vergleichung ein.

Wir haben gesehen, dass für noch recht grosse Messungssicherheit die gewöhnliche Form des Schraubmikrometers ausreicht. Aber das mit diesem Instrument zu umspannende Messbereich ist ein ziemlich geringes, weil erfahrungsgemäss eine Vergrösserung dieses Bereiches über etwa 50 *mm* Messlänge die erreichbare Sicherheit verringert. Für präzisere Längenbestimmungen von grösserem Nominalbetrag hat es nicht an Versuchen gefehlt, zuverlässige Werkstattmesswerkzeuge herzustellen. Man hat z. B. Mikrometerschublehren konstruirt, welche an ihrem beweglichen Schenkel eine Mikrometerschraube tragen, die für grössere Längen noch eine präzise Vergleichung mit einem gegebenen Endmaass ermöglichen soll. Ganz abgesehen aber davon, dass die Messschraube meist sehr weit von der Führung abliegt und damit bei Ausübung eines unregelmässigen Druckes auf die Messflächen merkliche Verbiegungen in den Schenkeln eintreten, beginnt bei grösseren Längen der Temperatureinfluss, wie wir sahen, bald besondere Vorsichtsmaassregeln zu erheischen. Deshalb ist es nöthig, sich für solche grössere Längen besondere, einwandfreie Messeinrichtungen zu beschaffen und diese Messungen, wie es in Wirklichkeit meist geschieht, aus der Werkstatt in einen besonderen Raum und in besonders geübte Hände zu legen. Es möge nur daran erinnert werden, dass sich eine etwa vorhandene Schraubentheilmaschine unschwer für Längenmessungen einrichten lässt. Bei häufiger Veranlassung zu genauen Längenmessungen empfiehlt sich die Anschaffung einer besonderen Maschine. Der oben erwähnte Vortrag des Herrn Prof. Dr. Leman giebt für solche besondere Messungszwecke so ausreichende Darlegungen, dass ein Hinweis auf dieselben weitere Mittheilungen überflüssig erscheinen lässt.

Es erübrigt noch auf einen Punkt besonders hinzuweisen. Nicht selten gefällt sich auch die Messkunst in der Werkstatt in einem übertriebenen Zutrauen in die Sicherheit der erzielten Messungsergebnisse, dem durch vereinzelte Konstruktionen von Messwerkzeugen noch Vorschub geleistet wird. Namentlich die sogenannten Dosenmikrometer, die freilich in der Uhrmacherei verbreiteter sind als in der Feinmechanik, zeigen in manchen Ausführungen dieses unkritische Zutrauen am deutlichsten; stellt man doch Dosenmikrometer her, welche eine Ablesung von 0,0003 *mm* gestatten sollen. Aus unseren früheren Betrachtungen geht aber zur Genüge hervor, dass der Einfluss der Temperatur schon bei der Messung kleiner Längen viel grössere Beträge

annehmen kann, als die Ablesungssicherheit solcher Mikrometer gewährleistet, ganz abgesehen davon, dass Temperaturschwankungen auch den Mechanismus des Werkzeuges selbst unkontrolirbar beeinflussen werden. Am besten zeigt die Kontrole solcher Messinstrumente mit einigen guten Kaliberkörpern, dass eine zu hohe Uebertragung der Messschneidenbewegung zwecklos und nur irreführend ist.

Bei der Prüfung von Leitspindeln und Normalgewinden haben sich besondere positive oder negative Erfahrungen ausser der schon erwähnten nicht ergeben. Nur bezüglich der Leitspindeluntersuchungen, deren Resultat z. B. gerade für die Herstellung von guten Normalgewinden wichtig ist, sei folgendes bemerkt.

Die ersten Leitspindelprüfungen erfolgten so, dass die Original-Spindel auf den Längenkomparator gelegt wurde und dort von Gang zu Gang oder nach Bedarf in grösseren Gangintervallen mit einem Strichmaassstab verglichen wurde. Diese Anordnung hatte zwei wesentliche Uebelstände. Einmal setzte sie voraus, dass man mit dem Mikroskop die Profilkanten selbst einstellt. Das ist zwar meist mit hinreichender Sicherheit möglich, kann aber doch durch Ungleichheiten in der Profilausbildung leicht zu Unsicherheiten führen. Zweitens — und das war der wichtigere Uebelstand — gewährleistet eine etwa konstatirte Fehlerfreiheit der Leitspindel noch lange nicht die Herstellung fehlerfreier Kopien. Vielmehr können durch Fehler der Räderübertragung oder auch durch mangelhaften Gang im Führungsmechanismus des Supports neue Fehler bei der Benutzung einer an sich guten Leitspindel entstehen. Alle diese schädlichen Einflüsse, allerdings immer nur für die gerade verwendete Räderkombination, kommen nicht bei der Prüfung der Arbeitsspindel selbst zum Ausdruck, sondern nur wenn eine sogenannte Leitspindelkopie der Vergleichung mit dem Maassstab unterzogen wird. Diese Kopie wird auf einem genügend starren, gut bearbeiteten Zylinder in Form einer möglichst feinen Spirallinie aufgerissen und enthält neben den Spindelfehlern auch die erwähnten Uebertragungsfehler; zugleich ist aber hierbei der ersterwähnte Uebelstand der schlechten Einstellbarkeit mittels des Mikroskopes gehoben. Soll die Prüfung der Leitspindel eine vollständige sein, so müssten, streng genommen, Kopien unter Verwendung aller möglicher Räderübersetzungen zur Untersuchung gelangen. In der Regel werden jedoch nur Kopien mit *einer* Schraubenlinie zur Prüfung eingesandt; ihr Befund lässt in der That schon einen ziemlich sicheren Schluss auf die Arbeit der Spindel zu. Zeigen sich erheblich grosse fortschreitende Fehler in dem Gang der Schraubenlinie, so hat man häufig die Möglichkeit, diese Fehler durch eine andere Wahl des Uebersetzungsverhältnisses zu verbessern.

Endlich gestatten Sie mir noch eine kurze Mittheilung über ein recht gutes und präzis messendes Tiefenmaass, welches von Herrn Prof. Dr. Leman, allerdings nur speziell für die Gangtiefen-Messungen bei Normalgewinden, angegeben und in der Reichsanstalt immer mit Vortheil verwendet worden ist. Dieses Tiefenmaass unterscheidet sich, abgesehen von der Eigenthümlichkeit seiner Einrichtung, die ein vollkommen zuverlässiges Einstellen bei dem Gebrauche für den genannten besonderen Zweck herbeiführt, insofern von der gewöhnlichen Konstruktion, als auf dem Messstempel keine Theilung angebracht ist, welche mit dem Nonius des Führungskörpers abzulesen ist. Beide Theile tragen nur je einen Indexstrich. Setzt man das Maass mit seiner unteren planen Stahlfläche etwa auf ein Stück Spiegelglas, so wird der Messstempel in seine Nullstellung zurück gedrückt, welche durch eine bestimmte, auf dem Komparator ein für alle mal schnell und sicher festzustellende Entfernung der beiden Indexstriche gekennzeichnet ist. Drückt man den mit Reibung gehenden Messstempel etwa in eine Loch oder ein Nuth, so ergiebt die von neuem gemessene Entfernung der Indexstriche die Abweichung von der Nullstellung und damit die Tiefe an. Das Prinzip dieser Einrichtung ist selbstverständlich nur für besonders empfindliche Tiefenmessungen wie bei Normalgewinden zu empfehlen, leistet aber dort vorzügliches. Wenn die Werkstatt im Besitz eines Mikroskopes mit Okularmikrometer ist, kann die kleine Einrichtung leicht zur Messung der Dicke kleiner Glasplatten u. s. w. verwendet werden.

Wir sind damit zum Schluss unserer Betrachtungen gekommen, die nur den Zweck verfolgen sollen, in zwangloser Reihe einige Beobachtungen der Reichsanstalt mitzutheilen, welche vielleicht von Manchem bei genaueren Maassarbeiten mit Vortheil verwendet werden können.

Vereins- und Personen-Nachrichten.

Bekanntmachung.

Nachdem der VIII. Mechanikertag gemäss § 10 der Satzungen für die ausscheidenden 6 Mitglieder des Vorstandes die Neuwahlen vorgenommen, hat sich der Vorstand auf Grund von § 11 Abs. 1 der Satzungen konstituirt, wobei die bisherigen Inhaber der Aemter wiedergewählt wurden. Somit setzt sich nunmehr der Vorstand der D. G. f. M. u. O. folgendermaassen zusammen:

Dr. H. Krüss in Hamburg, Vorsitzender.
Prof. Dr. A. Westphal in Berlin, stellvertretender Vorsitzender.
W. Handke in Berlin, Schatzmeister.
Prof. Dr. E. Abbe in Jena.
G. Butenschön in Bahrenfeld.
R. Dennert in Altona.
C. P. Goerz in Schöneberg.
G. Kärger in Berlin.
Dr. St. Lindeck in Charlottenburg.
B. Pensky in Friedenau.
P. Stückrath in Friedenau.
L. Tesdorpf in Stuttgart.
F. v. Voigtländer in Braunschweig.

Der Vorsitzende.
Dr. H. Krüss.

D. G. f. M. u. O. Zweigverein Berlin. Sitzung vom 5. Oktober 1897. Vorsitzender: Herr W. Handke.

Der Vorsitzende begrüsst die Versammlung, indem er hervorhebt, dass sie nach den Sommerferien die erste geschäftliche Sitzung sei, während eine gesellige Zusammenkunft bereits im verflossenen Monat vor dem Mechanikertage stattgefunden habe. — Herr Blaschke berichtet über den Verlauf und die Berathungen des VIII. Deutschen Mechanikertages. Hieran knüpfen sich eine Reihe von Bemerkungen aus der Mitte der Versammlung, u. a. werden Maassnahmen in Vorschlag gebracht, um eine Berichterstattung über die geschäftliche Lage der deutschen Präzisionstechnik zu ermöglichen. Herr Romané macht einige Mittheilungen über den äusserst zufriedenstellenden Verlauf, den die Berathungen der Abth. f. Instrumentenkunde auf der diesjährigen Naturforscher-Versammlung genommen haben; die D. G. sei hierfür in erster Linie Herrn Dr. Kaempfer Dank schuldig, und er finde es angezeigt, dass diesem Dank seitens des Hauptvereins schriftlich Ausdruck gegeben werde. Die Versammlung beschliesst, in diesem Sinne einen Antrag an den Vorsitzenden des Hauptvereins zu richten.[1] — Herr Pensky erstattet Bericht über die bisherigen Arbeiten der Rohrkommission und im Anschluss daran zeigt Herr Kallenbach, i. F. Max Cochius, die von Wieland & Co. (Ulm) hergestellten Probestücke der neuen Normalrohre vor, welche dem Mechanikertage bereits vorgelegen hatten. — Herr Handke zeigt von G. Herrmann, Berlin SW., auf photographischem Wege angefertigte Messingschilder für Apparate. — Es wird auf die z. Z. stattfindende Ausstellung der Schüler-Zeichnungen des Gewerbesaales hingewiesen, deren Besichtigung Herr Kärger auf das angelegentlichste empfiehlt. — Nach einigen geschäftlichen Mittheilungen wird die Sitzung um 11¼ Uhr geschlossen. *Bl.*

D. G. f. M. u. O. Zweigverein Hamburg-Altona. Sitzung vom 5. Oktober 1897. Vorsitzender: Herr Dr. Krüss.

Nach Begrüssung der Mitglieder durch den Vorsitzenden bei Wiederbeginn der Winterversammlungen werden die dem Verein regelmässig von dem Patent- und technischen Bureau von Richard Lüders in Görlitz zugehenden „Neuesten Nachrichten aus dem Gebiete der Technik, Industrie, des Patent- und Urheberrechtes" dem Mitgliede Herrn Fentzloff übergeben, welcher es übernimmt, über denjenigen Theil des Inhaltes, welcher den Verein interessirt, zu berichten. — Die Firma C. Bühring & Co. in Hamburg, Fabrik plastisch-poröser Kohle, wird als Mitglied aufgenommen. — Zur Vorbereitung der Wintervorträge wird eine Kommission, bestehend aus den Herren Em. Meyer, J. Dennert und W. Kuhlmann, erwählt. — Es folgt sodann der Bericht über den vom 17. bis 19. Sept. in Braunschweig stattgefundenen VIII. Deutschen Mechanikertag seitens derjenigen Mitglieder, welche an demselben theilgenommen hatten. Es wird dabei hervorgehoben, dass die Verhandlungen, in deren Mittelpunkt die Betheiligung an der Pariser Weltausstellung 1900 stand, wiederum eine Reihe wichtiger Anregungen enthalten haben, sodass diese General-Versammlung der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik sich würdig an ihre Vorgängerinnen angereiht hat. Die Förderung, welche die Tagung durch die braunschweigischen Staats- und Stadtbehörden, sowie durch den dortigen Ortsausschuss erfuhr, wurde dankbar anerkannt. —

(Schluss folgt.) *H. K.*

Die Firma **Siemens & Halske** blickte am 12. d. M. auf ein 50-jähriges Bestehen

[1] Ein entsprechendes Schreiben ist in Folge dessen an Herrn Dr. Kaempfer seitens des Hptv. gerichtet worden. *Der Geschfhr.*

zurück. An diesem Tage nahmen die Leiter der Firma in dem Stammhause in der Markgrafenstrasse die Glückwünsche der Beamten und Arbeiter der Fabriken sowie zahlreicher Vereine u. s. w. entgegen — auch die D. G. hatte eine Blumenspende gesandt —, am Nachmittage gab die Firma ihren Angestellten im Zoologischen Garten ein leider vom Wetter nicht begünstigtes Fest; am 13. fand ein grosses Bankett im Kaiserhofe statt. Näheres über den Verlauf der Festlichkeiten sowie über die Entwickelung der Firma wird in einer der nächsten Nummern gebracht werden.

Herr **H. Junkers** in Dessau, der namentlich auf dem Gebiete der Wärmetechnik mit Erfolg thätig gewesen ist — eine seiner neuesten Konstruktionen wird in der nächsten Nummer des *Vbl.* beschrieben werden — Mitglied unseres Vereins, ist zum etatmässigen Professor an der technischen Hochschule zu Aachen ernannt worden.

Kleinere Mittheilungen.

Der neue Zolltarif der Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Von **A. Blaschke** in Berlin und **M. Fischer** in Jena.
(Schluss.)

Vergleicht man die vorstehenden Bestimmungen mit den bisher gültigen (s. *Zeitschr. f. Instrkde. 9. S. 450. 1889*), so scheint es, als ob gerade gegenüber den Erzeugnissen der Präzisionstechnik eine Erhöhung der Zollsätze und somit eine Erschwerung der Einfuhr wenigstens nicht in erheblichem Maasse eingetreten ist; freilich wird auch hier, wie bei jedem Schutzzolle, alles auf die Auslegung und die Handhabung durch die Behörden ankommen.

Störender als die jetzigen Erhöhungen der Zollsätze für die Erzeugnisse der deutschen Präzisionstechnik sind die häufigen Schwankungen des amerikanischen Zolltarifs; diese Schwankungen bewegten sich z. B. bei dem für unsere Branche wichtigsten Paragraphen (106) zwischen 60% des Werthes (Mc. Kinley-Bill) und 40% des Werthes (bisheriges Zollgesetz), während der neue Dingley-Tarif die Position 106 wiederum auf 45% des Werthes stellt. Begreiflicher Weise haben so starke, im Laufe von 5 Jahren eingetretene Tarif-Aenderungen den amerikanischen Markt lebhaft beunruhigt und zu den mannigfachen Krisen daselbst erheblich beigetragen.

Die beim Import zu beobachtenden Formalitäten bleiben die gleichen wie seither. Speziell zu beachten ist:

Für alle Sendungen, deren Werth nach Abzug etwaigen Rabatts, ab Deutschland geliefert, 400 *M.* resp. 100 $ überschreitet, müssen Konsular-Fakturen *(Consular Invoices)* ausgestellt und von dem dem Absender nächstgelegenen amerikanischen Konsulat beglaubigt werden. Die Beglaubigungsgebühr beim Konsulat beträgt 10,60 *M.* für jede Sendung.

Ueber Waaren, die in amerikanischen Ankunftshäfen, z. B. New-York, Philadelphia, Boston, Baltimore verzollt werden, ist die Konsular-Faktura in drei Exemplaren auszustellen, wovon das Konsulat zwei Exemplare behält und das dritte Exemplar an den Absender behufs Uebermittelung an den Spediteur zurückgiebt, durch dessen Hände die Konsular-Faktura mit den übrigen Schiffspapieren an den Empfänger dirigirt wird.

Für Sendungen, welche *nicht* am Ankunftshafen verzollt, sondern nach Orten des Inlandes befördert werden, wo sich Zollabfertigungsstellen befinden (hierüber giebt jeder Spediteur Auskunft), sind vier Exemplare gleichlautender Zollfakturen erforderlich, wovon das Konsulat zwei Stück behält, während die beiden übrigen an den Absender zur Weitergabe an den Spediteur bezw. Empfänger zurückgeben werden.

Zollpflichtige und zollfreie Waaren können in *einer* Sendung und auf *einer* Faktura an *einen* Empfänger abgerichtet werden; es muss dann nur der zollfreie Theil der Sendung in der Konsular-Faktura mit dem Vermerk: „Zur zollfreien Einfuhr“ deutlich bezeichnet werden.

Ueber äusserliche Formalitäten, die bei Ausstellung von Konsular-Fakturen zu beachten sind, giebt jedes amerikanische Konsulat Auskunft.

Sendungen im Werthe von unter 400 *M.* bezw. 100 $ bedürfen keiner konsularischen Beglaubigung; es genügt hierfür die Einsendung einer sogenannten „Inhalts-Faktura“, welche lediglich eine genaue Kopie der an den Empfänger direkt abzusendenden Original-Faktura ist, an den Spediteur behufs Weitergabe an den Empfänger.

Weltausstellung in Brüssel.

Auf der deutschen Abtheilung wurden 13 grosse Preise, 26 Ehrendiplome, 63 goldene, 58 silberne und 16 bronzene Medaillen ertheilt. Den *grossen Preis* erhielten u. A.: das Reichsversicherungsamt, Franz Schmidt & Haensch in Berlin, Carl Zeiss in Jena, Siemens & Halske in Berlin, Union-Elektrizitäts-

werke in Berlin; das *Ehrendiplom* erhielten u. A.: F. Sartorius in Göttingen, W. Spoerhase in Giessen; die *Goldene Medaille* erhielten u. A.: Ludw. Löwe & Co. in Berlin, E. Hartnack in Potsdam.

(Aus der *Vossischen Ztg.*)

Städtisches Technikum zu Neustadt i. Meckl.

Vom 22. bis 25. September d. J. wurden die Abgangsprüfungen abgehalten, zu denen als Kommissare des Gh. Mecklenburg-Schwerinschen Ministeriums die Herren Eisenbahnbau-Inspektor Schmidt zu Schwerin für die Maschinen- und elektrotechnische Schule und Landbaumeister Hamann zu Hagenow für die Baugewerk- und Tischler-Schule anwesend waren. In Folge bestandener Prüfung erhielten das Reifezeugniss 58 Herren, von denen 28 auf die Maschinen- und Elektro-Ingenieur-Abtheilung entfallen, 8 auf die Maschinen-Techniker-Abtheilung, 10 auf die Werkmeister-Abtheilung, 9 auf die Baugewerk-Abtheilung und 3 auf die Tischlerfach-Abtheilung. Das kommende Wintersemester beginnt am 1. November, der Vorunterricht am 11. Oktober. Ausführliche Progamme sind unentgeltlich von der Direktion zu beziehen, von der auch jede weitere Auskunft bereitwilligst ertheilt wird.

Wegen Raummangels erscheint die *Patentschau* erst in der folgenden Nummer.

Patentliste.

Bis zum 27. September 1897.

Anmeldungen.

Klasse:

21. H. 18 182. Drehstrom-Zähler. G. Hummel, München. 9. 1. 97.

S. 10 016. Elektrisches Messgeräth; Zus. z. Pat. 85 719. Siemens & Halske, Aktiengesellschaft, Berlin. 7. 1. 97.

42. E. 5137. Metallene Winkellehre. S. G. Edwards, Sheffield, Engl. 16. 10. 96.

L. 10 403. Neuerung an Röntgen-Röhren. M. Levy, Berlin. 13. 5. 96.

49. R. 11 050. Werkzeugsupport mit zwei gegen einander gerichteten Schneidstählen für Gewindeschneidemaschinen. J. Reymond und A. Poincenot, Saint-Imier, Schweiz. 5. 4. 97.

57. E. 5302. Handkamera mit horizontal und vertikal verschiebbarem Objektiv. H. Ernemann, Dresden. 19. 3. 97.

Ertheilungen.

Klasse:

21. Nr. 94 673. Trockenelement mit innerem Flüssigkeitsvorrath; Zus. z. Pat. 88 613. R. Krayn u. C. Koenig, Berlin. 12. 2. 97.

Nr. 94 793. Aufhängevorrichtung für elektrische Leitungen. Bisson, Bergès & Cie., Paris. 14. 4. 97.

Nr. 94 897. Schaltungsanordnung, welche es ermöglicht, eine gewöhnliche Klingelanlage als Fernsprechanlage zu benutzen. F. Hodgson, Hampstead, Middl., u. G. A. Edwards, Peckham, Grfsch. Surrey. 31. 1. 96.

Nr. 94 898. Unverwechselbare Glühlampen. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin. 22. 11. 96.

42. Nr. 94 714. Phonograph mit mehreren ein- und ausschaltbaren Zylindern. G. W. Moore, Atlanta, Georgia, V. St. A. 23. 9. 96.

Nr. 94 715. Wärmeregler. L. Hermsdorf u. R. Weiske, Chemnitz i. S. 5. 11. 96.

Nr. 94 716. Messzirkel zu Uebertragungen aus einem Maassstab in einen anderen. F. Schmidt, Urspringmühle, Post Hirschau, Oberpfalz. 9. 2. 97.

Nr. 94 718. Bremsdynamometer. P. F. Degn, Hannover. 24. 2. 97.

Nr. 94 827. Instrument zur direkten selbstthätigen Aufnahme einer Zeichnung des Geländes; Zus. z. Pat. 63 620. J. F. D. Schrader, Paris. 9. 12. 96.

Nr. 94 900. Terrestrisches Fernrohr mit bildaufrichtendem Objektiv und astronomischem Okular. A. C. Biese u. A. Gleichen, Berlin. 24. 5. 96.

Nr. 94 902. Beweglicher Prismenstuhl für Prismendoppelfernrohre Porro'scher Konstruktion. Voigtländer & Sohn, Braunschweig. 16. 1. 97.

Nr. 94 907. Höhenmesser mit Spiegel. H. Collet, Laval, Frankr. 2. 3. 97.

Nr. 94 908. Verbindung zwischen Sprechspitze und Membran an Phonographen. A. Költzow, Berlin. 6. 3. 97.

49. Nr. 94 769. Verfahren zum Härten unmittelbar bei der Anlasstemperatur; Zus. z. Pat. 81 011. K. J. Mayer, Barmen. 12. 3. 97.

67. Nr. 94 967. Schleif- und Polirmaschine. E. Hammesfahr, Solingen-Foche. 23. 3. 97.

68. Nr. 94 972. Elektrischer Thüröffner mit Doppelmagnet. M. Gstettner, München. 2. 5. 97.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 21. 1. November. 1897.

Mittheilungen über die neueren Arbeiten des Internationalen Maass- und Gewichts-Instituts zu Breteuil bei Paris.

Vortrag,

gehalten auf dem VIII. Deutschen Mechanikertage am 18. September 1897

von

Professor Dr. **W. Foerster** in Berlin.

Der Einladung der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik, ihrer am 17. und 18. September zu Braunschweig stattfindenden Generalversammlung einige Mittheilungen über die Ergebnisse der neueren Arbeiten des Internationalen Maass- und Gewichts-Instituts zu machen, bin ich sehr gern gefolgt, weil ich in der That glaube, dass diese Arbeiten von bedeutendem allgemeinem Interesse und praktischem Werthe für diese hochansehnliche Versammlung und überhaupt für die Deutsche Mechanik und Optik sein werden.

Erlauben Sie mir zunächst, in aller Kürze an die Entwickelungsgeschichte der internationalen Organisation des Maass- und Gewichtswesens zu erinnern, über welche ich in früheren Versammlungen in Berlin ausführliche Berichte erstattet habe, die damals auch summarisch veröffentlicht worden sind. Diese internationale Organisation wurde durch den Pariser Vertrag vom 20. Mai 1875, den sogenannten Meter-Vertrag, begründet und hatte zunächst den Zweck, neue, allen Kulturvölkern gemeinsame Prototype des Meter und des Kilogramm herzustellen, sodann die gemeinsame Ausführung periodischer Vergleichungen der für die verschiedenen Länder herzustellenden Kopien dieser internationalen Prototype mit den letzteren und unter einander zu sichern, endlich im Verlaufe der Zeit für die bestmögliche Ausführung aller solchen wissenschaftlichen Untersuchungen und Festsetzungen zu sorgen, welche zur dauernden Sicherung der Unveränderlichkeit der Maass- und Gewichtseinheiten, sowie überhaupt zur Erhaltung und Erhöhung der Uebereinstimmung und der Genauigkeit wissenschaftlicher und technischer Maassbestimmungen in der ganzen Kulturwelt erforderlich und wünschenswerth sein würden.

Es wurde ein internationales Komitee eingesetzt und mit der Aufgabe betraut, in Paris ein wissenschaftliches Institut zu errichten, welches mit der Vorbereitung und der Ausführung aller dieser wissenschaftlichen Untersuchungen betraut werden sollte. Hierzu wurde, auf Grund der vertragsmässigen Bewilligung von einmaligen und fortlaufenden Beiträgen aller Kulturländer, ein einmaliger Betrag von 400 000 *fr.* und ein jährliches Budget von 100000 *fr.* zur Verfügung gestellt. Unter der Oberleitung dieses Komitees sowie unter direkter Mitwirkung mehrerer Mitglieder desselben und hervorragender Spezialforscher, insbesondere französischer Fachmänner, sodann durch die hingebende Thätigkeit eines ausgezeichneten wissenschaftlichen Personals, welches für das Internationale Maass- und Gewichts-Institut gewonnen wurde, sind zunächst die neuen Prototype des Meter und des Kilogramm hergestellt, an die alten, unzureichend gewordenen französischen Prototype so genau als möglich angeschlossen, ferner mit 40 bis 50 Kopien von derselben Einrichtung und aus demselben Material verglichen worden, die den einzelnen Ländern alsdann zugefertigt wurden. Gleichzeitig wurde die für die neue Grundlegung des Maass- und Gewichtswesens erforderliche Reform der Thermometrie kräftig in die Hand genommen.

In Betreff dieser Reform der Thermometrie, welche hauptsächlich durch den Verfall der für wissenschaftliche Messungszwecke wesentlichen Eigenschaften des

Glases unumgänglich geworden war, erinnere ich daran, dass die Erkenntniss dieses Verfalls und die ersten Schritte zur Besserung von Deutschland ausgegangen waren, und zwar von Professor Weber in Berlin, Dr. Pernet in Breslau, sodann von der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission in Berlin und von dem um fast alle Zweige der wissenschaftlichen Maassbestimmungen so sehr verdienten Glas-Institute zu Jena.

Nach der Erledigung der vorerwähnten grundlegenden Arbeiten des Internationalen Maass- und Gewichts-Institutes hatte sich dasselbe unter der Leitung seines jetzigen ausgezeichneten Direktors Dr. Benoît (eines Franzosen) sowie der trefflichen Mitarbeiter Dr. Chappuis und Dr. Guillaume (beide aus der französischen Schweiz) zunächst einer Reihe von wissenschaftlichen Arbeiten zugewendet, welche mit der Herstellung und Vergleichung der Prototype und mit der Reform der Thermometrie sowie mit der Vorbereitung der künftigen periodischen Vergleichungen der Prototype und ihrer gleichwerthigen Kopien in Beziehung standen.

Weiterhin traten zwei grosse Aufgaben in den Vordergrund, beide von fundamentaler Bedeutung für die künftige andauernde Sicherung der Unveränderlichkeit (oder der Kenntniss der Art und des Maasses der Veränderungen) der, bekanntlich in Platiniridium ausgeführten, Verkörperungen der Maass- und Gewichtseinheiten. Diese Sicherung konnte durch eine noch so grosse Zahl gleichwerthiger Ausführungen dieser Verkörperungen und deren periodische Vergleichung unter einander nicht hinreichend verbürgt werden; denn immer besteht die Gefahr, dass gerade gleichwerthige und in übereinstimmender Weise ausgeführte metallische Verkörperungen der Einheiten im Verlaufe langer Zeiten einer und derselben Art, Grösse und Richtung der Veränderung unterliegen, sodass die Unveränderlichkeit ihrer Unterschiede und Gleichungen keine Gewähr gegen eine gemeinsame Veränderung *aller* ergiebt. Vielmehr musste zu jener Sicherung der Anschluss an sogenannte natürliche Einheiten, nämlich an solche Konfigurationen von materiellen Systemen oder von Bewegungserscheinungen als erforderlich erachtet werden, für welche in der *Natur der Dinge* eine grössere Bürgschaft der Unveränderlichkeit gegeben erscheint, als dies durch *menschliche* Technik bis jetzt erreicht werden kann.

Für das Meter hatte man dies bei seiner ersten Fundirung durch die Anknüpfung an die Dimensionen des Erdkörpers, für das Kilogramm (die Masseneinheit) durch den Anschluss an die Masse einer durch Kubizirung von metrischen Einheiten fest bestimmten Konfiguration von Wassermolekülen im Zustande der grössten Dichtigkeit zu erlangen geglaubt.

Es ist bekannt, dass der vermeintliche Anschluss des Meter an den Erdkörper, in Wirklichkeit an die auf der Erdoberfläche gemessenen Abstände bestimmter fester Punkte, keine genügende Bürgschaft bietet; denn wir haben allen Anlass, unablässige periodische und fortschreitende Aenderungen der Konfiguration aller Theile des Erdkörpers, insbesondere der Oberflächenschichten, infolge zweifelloser Temperaturschwankungen und zweifelloser Aenderungen der Elemente der Drehungsbewegung der Erde anzunehmen. Auch der Anschluss an die Pendellängen, welcher bei der Begründung des metrischen Systems ebenfalls als Kontrolmittel ins Auge gefasst war, versagt seine Sicherheit gerade infolge jener Veränderlichkeit der Bedingungen, unter denen die Drehung der Erde, welche uns das Zeitmaass auch für die Pendelschwingungen liefert, sich vollzieht. Um die Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts war der Gedanke aufgetaucht, ob nicht die Wellenlängen desjenigen Lichtes, welches von ganz bestimmten materiellen Konfigurationen unter ganz bestimmten Temperatur- und sonstigen Bedingungen ausgesendet wird, als Phänomen von ungewöhnlicher Beständigkeit der Dimensionen zu erachten und deshalb der Kontrole unserer Längeneinheiten dauernd zu Grunde zu legen seien. Bis in die neueste Zeit erschien jedoch der Gedanke, die Meterlänge mit solchen Wellenlängen zu vergleichen, als völlig utopisch, bis der nordamerikanische Physiker Michelson um 1889 diese Möglichkeit nachwies. Das internationale Komitee erachtete es sofort als seine Aufgabe, gemeinsam mit diesem ausgezeichneten Physiker die Mittel und Kräfte des Internationalen Maass- und Gewichts-Instituts zu Breteuil bei Paris eine Zeit lang dieser Aufgabe zu widmen. Und so ist denn etwa vor 4 Jahren in diesem Institut von den Herren Michelson und Benoît eine Bestimmung der Verhältnisszahlen ausgeführt worden, welche zwischen der Länge des metrischen Prototyps und den Wellenlängen von drei besonderen Lichtstrahlungen glühenden Kadmiumdampfes obwalten.

Die Lichtstrahlungen des Kadmiums hatten sich, unter zahllosen anderen, bei näherer Prüfung als die vorzugsweise und fast allein geeigneten für derartige Untersuchungen herausgestellt. Bekanntlich erfolgen die Lichtstrahlungen fast aller glühenden Gase zugleich in *mehreren verschiedenen* Schwingungsgeschwindigkeiten oder Wellenlängen, und diese verschiedenen Wellenlängen sind meistens durch grössere Intervalle, innerhalb deren von der Lichtquelle keine merkliche Strahlung ausgesendet wird, von einander getrennt.

Dabei stellt sich jedoch heraus, dass auch die Strahlungen in den *vereinzelten* Wellenlängen fast immer noch aus Bündeln von solchen Strahlungen zusammengesetzt sind, die mit verschiedenen, wenngleich einander sehr nahe stehenden Wellenlängen vor sich gehen. Dies ergiebt sich daraus, dass, wenn man die durch spektrale Zerstreuung oder durch Beugung bewirkte Zerlegung der Strahlungen steigert, auch solche Lichttöne, die in einer bestimmten Farbe *einfache* oder sozusagen *reine* Töne zu sein scheinen, sich als zusammengesetzt aus zwei oder mehreren einfachen, einander sehr nahe stehenden Tönen ergeben.

Diese Erscheinung und die Schwierigkeit, die daraus für die Messungen nach Wellenlängen hervorgeht, tritt natürlich sehr deutlich bei den Interferenzerscheinungen hervor, bei welchen man durch verschiedene Prozesse die auf einander folgenden Lichtwellen deutlich beobachten und zählen kann. Sobald die Anzahl dieser Wellen in die Zehntausende geht, werden jene feinen Unterschiede der nur nahezu gleichen Wellenlängen durch Voreilen oder Zurückbleiben der einen Wellenreihe vor der anderen immer deutlicher erkennbar. Bei Vorprüfungen letzterer Art fand man jedoch, dass die vorerwähnten drei Kadmiumstrahlungen sogar bei Lichtwegen von Hunderttausenden von Wellenlängen noch keine Verschiedenheit jener Art erkennen liessen.

Diese drei Wellenlängen sind in der bekannten mikrometrischen Einheit von $^1/_{1000}$ des Millimeter, auf die zweite Dezimale abgerundet:

$$\lambda_1 = 0{,}64$$
$$\lambda_2 = 0{,}51$$
$$\lambda_3 = 0{,}48.$$

Die Ergebnisse der Messungsreihen von Michelson und Benoît sind nun bei $+15^0\,C.$ die folgenden:

$$1 \text{ Meter} = 1553163{,}5\ \lambda_1$$
$$1 \text{ Meter} = 1966249{,}7\ \lambda_2$$
$$1 \text{ Meter} = 2083372{,}1\ \lambda_3.$$

Die Einrichtungen, Methoden und Resultate dieser grossen Messungsarbeit im Einzelnen sind in dem XI. Bande der *Travaux et Mémoires du Bureau International des Poids et Mesures* näher dargelegt. Es würde schwer halten, dieselben ohne eine grosse Anzahl von Zeichnungen Ihnen vorzuführen, und ich müsste Ihre Aufmerksamkeit mehrere Stunden lang in Anspruch nehmen, um Ihnen das ganze Verfahren vollkommen anschaulich und verständlich zu machen. Die wesentliche Rolle dabei spielen die optischen Interferenzerscheinungen, welche zuerst eingehender in den sogenannten Newton'schen Ringen studirt wurden, sowie diejenigen Ortsveränderungen dieser Erscheinungen, welche eintreten, sobald man die minimalen Abstände der spiegelnden Flächen, die diese Interferenzen hervorrufen, langsam ändert und dabei die Anzahl der Vorübergänge der verschiedenen hellen und dunklen Phasen jener Interferenzerscheinungen an bestimmten Stellen eines Gesichtsfeldes zählt.

(Es werden hiernach von dem Vortragenden noch einige etwas nähere Schilderungen der bezüglichen Spiegelsysteme und der ausserordentlich wichtigen Kontrolen gegeben, welche bei der ganzen Messung durch die Ausnutzung der obigen drei *verschiedenen* Wellenlängen ermöglicht werden. Auf die Wiedergabe der letzteren Darlegungen an dieser Stelle verzichtet der Vortragende als zu weit führend und ebenfalls ohne zahlreiche Abbildungen kaum verständlich, während bei der mündlichen Auseinandersetzung auch ohne Anschauungen etwas weiter darin gegangen werden konnte. Es ist jedoch beabsichtigt, eine möglichst anschauliche und verständliche Beschreibung des ganzen Apparates und des Verfahrens demnächst an geeigneter Stelle allgemein für die Technik und die Wissenschaft zugänglich zu machen, da das Verfahren voraussichtlich in zahllosen Fällen der Präzisionsmessung und der Herstellung von Präzisionseinrichtungen Anwendung finden wird.)

Die Genauigkeit, mit welcher die obigen Bestimmungen der Meter-Einheit in Wellenlängen erfolgt sind, lässt sich auf eine Fehlergrenze von etwa einer halben Wellenlänge, also wenigen Zehnteln der mikrometrischen Einheit (0,001 *mm*) schätzen. In nicht zu langer Frist werden mit einigen Verbesserungen der Einrichtungen im Internationalen Maass- und Gewichts-Institute die Messungen wiederholt werden, und voraussichtlich wird man dann auch an anderen Stellen ähnliche Bestimmungen ausführen, sodass man mit Sicherheit erwarten kann, um die Wende des Jahrhunderts die Anzahl der Wellenlängen von ganz bestimmten Lichtquellen, welcher die Längeneinheit äquivalent ist, mit vollster Sicherheit bis auf Zehnmillionstel der Einheit sichergestellt zu sehen. Hiernach ist in der That eine säkulare Kontrole für die Unveränderlichkeit der Längeneinheit mit derselben Genauigkeit, mit welcher man Metermaasse ersten Ranges unter einander vergleichen kann, gesichert; denn wenn man nach einigen Jahrzehnten und später vielleicht nach Jahrhunderten die in Platin-iridium ausgeführten Prototype des Meter aufs neue mit den Wellenlängen vergleicht, kann man die feinsten Aenderungen, welche diese metallischen Verkörperungen der Einheit erfahren könnten, bestimmen und in Rechnung stellen, allerdings unter der immerhin plausiblen Voraussetzung, dass die unter ganz präzisen Bedingungen bestimmten Wellenlängen gewisser Lichtquellen in den *Jahrtausenden* keine merkliche Veränderung erfahren.

(Schluss folgt.)

Vereins- und Personen-Nachrichten.

In die D. G. f. M. u. O. ist aufgenommen:

Hr. Wilhelm Weule, Mechanische Werkstatt und Glasschleiferei, Goslar, Mauerstr. 3.

Am 14. v. M. starb nach langem Leiden in Frankfurt a. M.

Hr. **David Flesch,**

Theilhaber der Firma Flesch & Stein.

Die D. G. f. M. u. O. wird ihrem um die Herstellung präzisionsmechanischer Werkzeugmaschinen hochverdienten Mitgliede ein dauerndes ehrendes Andenken bewahren. *Der Vorstand.*

D. G. f. M. u. O. Zweigverein Hamburg-Altona. Sitzung vom 5. Oktober 1897. Vorsitzender: Herr Dr. Krüss. *(Schluss.)*

Endlich berichtet Herr Dr. Krüss an der Hand einer Broschüre von Prof. Pierstorff über die Satzungen der Carl Zeiss-Stiftung in Jena, welche er als einen Versuch zur Fortbildung des grossindustriellen Arbeitsrechts bezeichnet. Als Ziel dieser Stiftung, in deren Besitz die Optische Werkstätte von Carl Zeiss und das Glaswerk von Schott & Gen. in Jena übergegangen ist, wird bezeichnet, die an sich starken und leistungsfähigen Elemente in der Arbeiterschaft auch wirthschaftlich stark zu erhalten. Dieses Ziel will der Stifter erreichen auf dem Wege, dass alle Ansprüche, welche gerechterweise im Interesse der Arbeiter erhoben werden können, erfüllt werden. Aber nicht bloss um der Gerechtigkeit selbst willen soll dies geschehen, sondern mehr noch im Interesse des Staats- und Gemeinwohles. Denn das Gesammtwohl kann seiner Ueberzeugung nach nur gedeihen, wenn der Kern der Arbeiterschaft in wirthschaftlicher Kraft und sozialer Zufriedenheit erhalten wird.

H. K.

Im königlichen Geodätischen Institut zu Potsdam ist der bisherige ständige Mitarbeiter Professor Dr. **L. Krüger** zum Abtheilungsvorsteher, der bisherige wissenschaftliche Hülfsarbeiter Dr. **F. Kühnen** zum ständigen Mitarbeiter und der Astronom **B. Wanach** zum wissenschaftlichen Hülfsarbeiter befördert worden.

Dr. **Lampa** hat sich an der Universität Wien als Privatdozent für Physik habilitirt.

Kleinere Mittheilungen.

Zum fünfzigjährigen Jubiläum der Firma Siemens & Halske[1].

Von M. Bornhäuser in Charlottenburg.

Anlässlich des am 12. v. M. stattgefundenen 50-jährigen Jubiläums der Firma Siemens & Halske wird es interessant sein, einen kurzen Rückblick auf ihre Entwickelung sowie auf die Verdienste ihres genialen Begründers zu werfen.

Werner Siemens hat das nur wenigen beschiedene Glück gehabt, als der richtige Mann zur richtigen Zeit gelebt zu haben. Sein ganzes Wirken und Schaffen fiel in die

[1] Unter Benutzung des gleichnamigen Artikels von Dr. W. Howe in *Elektrot. Zeitschr. 18. S. 628. 1897* und der „Lebenserinnerungen" von Werner v. Siemens.

Zeit, wo die exakten Naturwissenschaften mächtigen Aufschwung nahmen und das weite Feld der Elektrotechnik noch fast gänzlich unbebaut war. Dies, seine beispiellose Energie und die ihm eigenthümliche Begabung, erworbene wissenschaftliche Kenntnisse sogleich möglichst nützlich anwenden zu können, erklären die gewaltigen Erfolge seines Schaffens.

Schon vor Gründung der Firma hatte der junge Artillerielieutenant Werner Siemens eine Reihe von Erfindungen gemacht, deren Ertrag und Erfolg ihm über manche missliche Lebenslage hinweghalf, so 1841 ein Verfahren für galvanische Vergoldung und Versilberung, 1845 die Messung von Geschwindigkeiten mit Hülfe des elektrischen Funkens und ein neues System von Zeiger- und Drucktelegraphen; 1846 gelang es ihm, durch Konstruktion einer Schraubenpresse, welche die Guttapercha nahtlos um den Kupferleiter drückte, die ersten mit diesem Material isolirten Leitungen herzustellen, ein Verfahren, das auch heute noch bei der Kabelfabrikation in Anwendung ist.

Namentlich diese letzteren Leistungen hatten dem jungen Siemens eine einflussreiche Stellung in der Kommission des preussischen Generalstabes für Einführung der elektrischen Telegraphie verschafft, in deren Auftrag er 1847 die erste unterirdische Telegraphenlinie von Berlin nach Grossbeeren legte, die mit seinen Zeiger- und Drucktelegraphen betrieben wurde. Dieser Erfolg und die Voraussicht, dass die bevorstehende allgemeine Einführung der elektrischen Telegraphie weite Absatzgebiete für seine Apparate und Leitungen erschliessen würde, veranlasste ihn, sich mit dem Mechaniker J. G. Halske zur Gründung eines Geschäftes zu verbinden. Am 12. Oktober 1847 wurde im Hinterhaus Schönebergerstr. 19 die 2 Treppen hoch gelegene Werkstatt mit 3 Drehbänken eröffnet; im Dezember desselben Jahres waren 10 Mann in ihr beschäftigt.

Im Jahre 1848 nahm Siemens am ersten dänischen Kriege theil und legte im Kieler Hafen mit Hülfe seiner Guttaperchaleitungen die ersten unterseeischen Minen der Welt. Im Jahre 1849 ging die erste Bestellung der russischen Regierung auf Zeiger- und Messinstrumente zum Betrieb der unterirdischen Linie Petersburg-Moskau ein, und 1850 wurden bei der Anlage der Berliner Polizei- und Feuerwehrtelegraphen zum ersten Mal mit Bleirohr umpresste Guttaperchaleitungen angewendet.

Ende 1851 hatte das Geschäft bereits einen solchen Umfang angenommen, dass ein neues Grundstück erworben werden musste, Markgrafenstr. 94, welches der Grundstock des heutigen Berliner Hauses wurde.

In die fünfziger Jahre fallen die grossen Unternehmungen in Russland und England, die zur Gründung der Firmen in Petersburg und London führten, deren Leitung Carl und Wilhelm Siemens übernahmen.

Dasselbe Dezennium brachte die zahlreichsten Erfindungen Werner Siemens'. Er erkannte und erklärte zuerst die Ladungserscheinungen der isolirten Leiter, stellte ihre Gesetze auf und gab Methoden, Messungen und Formeln an zur Bestimmung der Lage von Leitungs- und Isolationsfehlern der isolirten Leitungen; er erfand automatische Telegraphensysteme, welche das schnelle Telegraphiren auf die weitesten Entfernungen ermöglichten, das Gegen- und Doppelsprechen auf einem Draht, den Induktionstelegraphen, eine Maschine zur Umwandlung von niedrig gespannten Batterieströmen in Gleichströme höherer Spannung auf mechanischem Wege (den Vorläufer der Dynamomaschine und des Transformators), den Magnetinduktor mit Doppel-T-Anker, der sogleich auch zur Konstruktion von magnetelektrischen Zeigertelegraphen benutzt wurde. Siemens gab ferner eine Methode zur Legung submariner Kabel an, die noch heut allen derartigen Unternehmungen zu Grunde gelegt wird, ersetzte die ungenauen Strommessungen durch genaue Widerstandsmessungen, welche durch Einführung eines genau reproduzirbaren Widerstandsetalons, der nachher allgemein angenommenen Quecksilbereinheit, und durch die Konstruktion geeigneter noch heute typischer Widerstandssätze und empfindlicher Messinstrumente ermöglicht wurden, arbeitete ein Verfahren aus, um Kabel in allen Stadien sowohl der Fabrikation wie der Verlegung dauernd einer Prüfung ihrer Isolir- und Leitungsfähigkeit zu unterziehen und entdeckte bei der Legung des indischen Kabels, der er persönlich beiwohnte, die Wirkung des Kondensators, die es ermöglichte auf grosse Entfernungen ohne Translationsstationen zu arbeiten.

1863 erfolgte die Trennung des Londoner Hauses vom Hauptgeschäft; jenes ging in den Privatbesitz der drei Brüder Werner, Wilhelm und Carl über unter der Firma Siemens Bros., deren Leitung

Wilhelm Siemens behielt. 1865 erbauten **Siemens & Halske** die Berliner Rohrpost.

Im Jahre 1866 machte **Werner Siemens** seine grösste Erfindung, durch die er zum Schöpfer der modernen Elektrotechnik wurde, die Aufstellung und erste Anwendung des dynamoelektrischen Prinzips. Seine erste dynamoelektrische Maschine wurde am 17. Januar 1867 der Berliner Akademie der Wissenschaften vorgeführt.

(Schluss folgt.)

Das Kgl. Preussische **Meteorologische Institut** beging am 16. v. M. die Feier seines 50-jährigen Bestehens durch einen Festakt in der Gedenkhalle des Geodätischen Instituts in Gegenwart des Kaisers, einer grossen Zahl von Ministern, höheren Beamten und Gelehrten. Das Institut wurde i. J. 1847 am 17. Oktober — übrigens an demselben Datum, an dem i. J. 1887 die Phys.-Techn. Reichsanstalt ins Leben trat — als ein Theil des preussischen Statistischen Bureaus auf Anregung von Alexander v. Humboldt begründet; sein erster Direktor war Mahlmann, ihm folgte Wilhelm Dove. Unter dem gegenwärtigen Leiter, Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. v. Bezold, wurde das Institut i. J. 1885 vom Statistischen Amte losgelöst und reorganisirt. Die Bearbeitung des von den rd. 3000 Stationen eingehenden Materials erfolgt in dem Zentralinstitut zu Berlin, das magnetische und meteorologische Observatorium auf dem Telegraphenberge bei Potsdam dient der Erforschung wissenschaftlicher Fragen. — Aus Anlass des Jubiläums erfolgte eine grössere Zahl von Ordensverleihungen. Hr. Prof. Dr. v. Bezold erhielt die grosse goldene Medaille für Wissenschaft, Hr. Prof. Dr. H. C. Vogel den Kronenorden 2. Klasse, Hr. Prof. Dr. Hellmann den Kronenorden 3. Klasse, Hr. Prof. Dr. Sprung den Rothen Adler-Orden 4. Klasse, ferner mehrere Vorsteher von meteorologischen Stationen den Kronenorden 4. Klasse.

Ein Sicherheitsventil für verflüssigte Gase.

Von J. Fournier.

Compt. Rend. **124.** *S. 353. 1897.*

Die Sicherheitsvorrichtung wird gebildet durch ein gekrümmtes Stahlrohr, ähnlich den Metallmanometern, welches mit dem einen, offnen Ende mit dem Rezipienten fest verbunden ist und mit dem Innern desselben kommunizirt. Das andere, freie, geschlossene Ende kann den Druckänderungen im Innern Folge geben; bei einer gewissen Druckvermehrung legt es sich gegen den oberen Arm eines um eine horizontale Achse drehbaren Hebels und bewirkt so, dass das andere Ende des Hebels ein am Umfang



des Rezipienten liegendes und ganz aus Metall gefertigtes Ventil öffnet.

Mit einer am oberen Arm des Hebels befindlichen Schraube kann man ein für alle Mal das Spiel des Ventils für einen bestimmten Druck einstellen. *Schl.*

Der Handelsvertrag zwischen Deutschland und England nebst dessen Kolonien ist von der englischen Regierung gekündigt worden und wird mit Ablauf des 30. Juli 1898 ausser Kraft treten. Da England selbst ein Freihandelsstaat ist und für absehbare Zeit bleiben wird, so ändert sich dadurch für den Export deutscher präzisionsmechanischer Erzeugnisse nach England nichts. Die Kündigung hatte auch nur den Zweck, den englischen Kolonien freie Hand zu verschaffen für Einführung etwaiger Schutzzölle, und man wird abwarten müssen, ob die Kolonien von dieser Freiheit Gebrauch machen werden, speziell mit Bezug auf die Erzeugnisse unseres Faches.

Bücherschau und Preislisten.

Otto Himmler, Optisch-mechanische Werkstatt, Berlin S., Brandenburgstr. 9. Preisverzeichniss über Mikroskope und Nebenapparate. 8⁰. 25 S. mit Illustr. Okt. 1897.

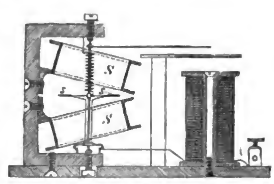
E. Warburg, Lehrbuch d. Experimentalphysik f. Studirende. Mit 405 Orig.-Abbildgn. im Text. 3. Aufl. gr. 8⁰. XX, 395 S. Freiburg i. B., J. C. B. Mohr. 7,00 *M.*; geb. 8,00 *M.*

A. Wilke, Die Elektrizität, ihre Erzeugung u. ihre Anwendung. 3. Aufl. Mit 10 Taf. u. 828 Text-Illustr. gr. 8⁰. VII, 637 S. Leipzig. O. Spamer. 8,50 *M.*; geb. in Leinw. 10,00 *M.*

Patentschau.

Wattmeter oder Elektrodynamometer für Gleich- und Wechselstrom. Hartmann & Braun in Bockenheim-Frankfurt a. M. 6. 12. 1896. Nr. 92 445. Kl. 21.

Ein astatisches Spulenpaar *s* mit parallel zur Drehachse verlaufenden Kraftlinien unterliegt dem Einflusse eines einzigen inhomogenen Feldes, welches durch zwei gegen einander geneigte Solenoïde *S* gebildet wird.



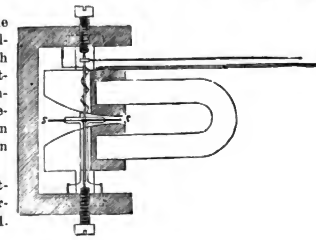
Nach Art einer Sanduhr wirkender elektrischer Stromunterbrecher. A. Hainlen in Geislingen a. d. Steige, Württ. 4. 10. 1896. Nr. 92 396. Kl. 21.

Die Erfindung bezieht sich auf die Art elektrischer Stromschliesser, welche nach Art einer Sanduhr in Thätigkeit gesetzt wird.

Bei diesem Stromschliesser ist im oberen und unteren Gefässtheile je ein Schwimmkörper *s* angeordnet, von denen der während der Schlussstellung oben befindliche durch den Auftrieb der nicht leitenden flüssigen Masse und der untere durch sein Eigengewicht eine Verbindung der in beide Gefässtheile hineinreichenden Leitungsenden *e* und *f* hergestellt, während nach dem völligen Herabziehen der Masse der obere Schwimmer durch sein Eigengewicht und der untere durch den Auftrieb die Leitungsenden verlässt und auf diese Weise den Strom unterbricht.

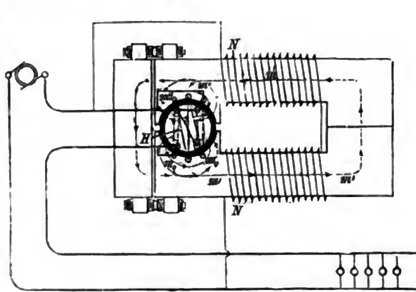
Direkt zeigender Widerstandsmesser mit inhomogenem Magnetfelde und Differentialgalvanometerschaltung. Hartmann & Braun in Bockenheim-Frankfurt a. M. 8. 12. 1890 Nr. 92 496 .Kl. 21. (Zus. z. Pat. 75 503.)

Das nicht homogene Magnetfeld des Differentialgalvanometers wird durch ein mit abgeschrägten Polschuhen armirtes Magnetsystem gebildet, während das bewegliche Spulenpaar *S* so angeordnet ist, dass die von ihm gelieferten Kraftlinien parallel denen des festen Feldes verlaufen und von diesem abgestossen werden.



Motorzähler für Wechselstrom, dessen Hauptstromwickelung im verstellbaren Ankereisen liegt. G. Hummel in München. 25. 1. 1896. Nr. 92 959. Kl. 21.

Bei dem nach Ferraris'schem Prinzip gebauten Zähler ist die Nebenschlusswickelung *N* an einem hufeisenförmigen Elektromagneten und gleichzeitig die Hauptwickelung *H* in Löchern oder Nuten des feststehenden, jedoch verstellbar gelagerten Armatureisens angeordnet, um durch beliebige Einstellung des letzteren die Geschwindigkeit des registrirenden Theiles innerhalb weiter Grenzen beliebig verändern zu können. m^1 und m_0 zeigen den Verlauf der Kraftlinien beider Felder. Der Anker ist plattenförmig.



Grenz- und Visirstein mit eingegossenem Rohr zum Einsetzen der Visirstangen. C. Branzke in M.-Gladbach. 1. 9. 1896. Nr. 92 223. Kl. 42.

Der Grenz- und Visirstein besteht aus Zementbeton, in welchem ein eisernes Rohr mit gegen Rost schützendem Messing- oder anderem Metallansatz zum Einsetzen der Visirstangen eingegossen ist.

Dieses Rohr ist mit einer Verschlussvorrichtung versehen, um das Eindringen von Wasser, Erde u. s. w. zu verhindern.

Patentliste.

Bis zum 18. Oktober 1897.

Klasse: **Anmeldungen.**

21. H. 18 212. Phasenmesser. Hartmann & Braun, Frankfurt a. M.-Bockenheim. 18. 1. 97.

H. 18 234. Phasenmesser. Hartmann & Braun, Frankfurt a. M. - Bockenheim. 22. 1. 97.

H. 19 100. Messgeräth zur Bestimmung der Gleichphasigkeit der Spannungen zweier Wechselströme von gleicher Periode. Hartmann & Braun, Frankfurt a. M. - Bockenheim. 6. 8. 97.

T. 5490. Phasenmesser. J. Tuma, Wien. 17. 7. 97.

R. 11 045. Wechselstrommotorzähler; 3. Zus. z. Pat. 87 042. C. Raab, Kaiserslautern. 3. 4. 97.

St. 4935. Elektrizitätszähler mit periodischer Fortschaltung des Zählwerks nach Maassgabe der Zeigerstellungen eines Strommessers. A. W. Stavely, L. H. Parsons u. T. J. Murday, Leicester, Engl. 17. 3. 97.

42. Sch. 12 607. Verfahren zur Beleuchtung von Maasseintheilungen und Pointirungsmarken auf Glas und anderen durchsichtigen Körpern. Franz Schmidt & Haensch, Berlin. 18. 5. 97.

L. 11 382. Parallelzirkel mit durch Zahneingriff gesichertem Gange. J. C. Lotter, Nürnberg. 14. 6. 97.

K. 13 594. Tachymetertheodolyt mit einem zum unmittelbaren Kartiren im Gelände dienenden Messtisch. Fr. W. Koch, Darmstadt. 20. 1. 96.

B. 20 898. Fernrohr bezw. Mikroskop mit veränderlicher Vergrösserung durch Okularlinsenverschiebung. A. C. Biese, Berlin. 4. 6. 97.

47. P. 8752. Globoïdschneckengetriebe. O. Pekrun, Coswig i. S. 3. 3. 97.

49. C. 6788. Drehbankfutter. G. Coradi, Zürich. 3. 5. 97.

W. 12 876. Metallscheere. B. Wesselmann, Göttingen. 18. 5. 97.

Klasse: **Ertheilungen.**

21. Nr. 94 997. Elektrisches Empfangsinstrument. J. M. Drysdale, New-York. 1. 9. 96.

Nr. 94 999. Wechselstrom-Arbeitsmesser nach Ferraris'schem Prinzip. R. Theiler, Zug, Schweiz. 7. 2. 97.

Nr. 95 001. Verfahren zum Schutze elektrischer oder elektromagnetischer Instrumente gegen äussere magnetische Kräfte. S. Kalischer, Berlin. 24. 2. 97.

Nr. 95 003. Induktionsapparat. H. Boas, Berlin. 19. 1. 97.

Nr. 95 004. Elektromagnetischer Stromunterbrecher. H. Boas, Berlin. 19. 1. 97.

Nr. 95 005. Hitzdrahtmessgeräth nach Hertz'schem Prinzip. Ch. Brod, Würzburg. 14. 3. 97.

Nr. 95 152. Einrichtung zum Ausgleich störender magnetischer Fernwirkungen elektrischer Apparate; Zus. z. Pat 93 561. Siemens & Halske, Aktien-Gesellschaft, Berlin. 1. 5. 97.

42. Nr. 95 007. Entfernungsmesser aus einem Doppelfernrohr mit davor angeordneten Prismen bestehend. G. Hartmann, Eiserfeld i. W. 12. 11. 96.

Nr. 95 013. Vorrichtung zum Fernanzeigen der Temperatur. M. Lorenz, Berlin. 4. 4. 97.

Nr. 95 310. Fahrtmesser für Schiffe. P. E. A. Janke, Laurahütte, O.-S. 17. 1. 97.

49. Nr. 94 981. Maschine zum Fräsen von Stirnzahnrädern mittels langen Walzenfräsers. H. C. Warren, Hartford, Conn., V. St. A. 28. 4. 96.

74. Nr. 95 315. Fern-Nachtsignal-Apparat mit selbstthätiger Signalregistrirung. L. Sellner, Wien. 29. 12. 96.

Nr. 95 385. Vorrichtung zur elektrischen Bewegung des Steuerruders. Siemens & Halske, Aktien-Gesellschaft, Berlin. 1. 11. 95.

87. Nr. 94 880. Schraubenschlüssel mit verstellbaren gezahnten Backentheilen. G. Dickertmann, Berlin. 1. 12. 96.

Briefkasten der Redaktion.

Wer liefert platinirte oder platinplattirte Schalen, sowie schwarze und weisse Glasscheiben für Analysenwaagen?

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 22. 15. November. 1897.

Mittheilungen über die neueren Arbeiten des Internationalen Maass- und Gewichts-Instituts zu Breteuil bei Paris.

Vortrag,

gehalten auf dem VIII. Deutschen Mechanikertage am 18. September 1897

von

Professor Dr. **W. Foerster** in Berlin.

(Schluss.)

Diese definitive Einordnung der Wellenlängen des Lichtes in die Grundlagen des metrischen Systems hat aber auch sofort grosse Vortheile für das gesammte Gebiet der feinsten Messungen und auch für die künftige Erlangung natürlicher Kontrolbedingungen der Beständigkeit der metallischen Verkörperung der *Massen*-Einheit unmittelbar eröffnet. Es ist zunächst möglich geworden, regelmässig geformte Körper, wie Würfel aus Glas u. dergl., durch optische Interferenzmessungen mit Hülfe der metrischen Werthe gewisser Wellenlängen nunmehr auch in kubisch-metrischem Maasse mit einer Genauigkeit auszudrücken, welche es endlich gestattet, durch Eintauchen solcher gläsernen Würfel in reinstes und dichtestes Wasser und durch Wägung des Gewichtsverlustes die Beziehungen zwischen der Masse eines Platiniridium-Kilogramms und der Masse des in einem Kubikdezimeter enthaltenen Wassers fast bis auf ein Millionstel der Masseneinheit zu ermitteln. Diese Arbeit ist im Laufe des letzten Jahres in dem Internationalen Maass- und Gewichts-Institut zum ersten Male ausgeführt worden. Ihre Ergebnisse sind noch nicht als definitiv zu erachten, und Vervollständigungen sind vorbehalten; doch darf ich schon jetzt mittheilen, dass man nun endlich mit einiger Sicherheit weiss, welches Verhältniss zwischen der Liter-Einheit, d. h. dem Raumgehalt einer der Masse des Kilogrammprototypes äquivalenten Masse reinsten und dichtesten Wassers und andererseits dem auf der linearen Einheit aufgebauten Raumgehalt des Kubikdezimeter obwaltet. Die in den letzten Jahrzehnten auf diese Bestimmung gerichteten Untersuchungen hatten bereits wahrscheinlich gemacht, dass das Liter merklich grösser ist als ein Kubikdezimeter oder 1000 Kubikzentimeter, während bei der Begründung des metrischen Systems die Identität der beiden Raumgehalts-Einheiten angenommen und als eine der wesentlichen Grundlagen der metrischen Praxis in den Definitionen festgesetzt worden war. Unter anderem hatte Professor Weinstein aus den aräometrischen Arbeiten der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission zu Berlin durch feine Kapillaritätsuntersuchungen bereits gefolgert, dass das Liter um etwa $^1/_{12000}$ seines Betrages grösser sei als 1000 *ccm*, und Professor Mendelejeff in St. Petersburg hatte neuerdings als das Resultat seiner bezüglichen Untersuchungen mitgetheilt, dass das Liter um etwa $^1/_{6000}$ seines Betrages grösser sei als 1000 *ccm*. Nach den vorläufigen Ergebnissen der auf Lichtwellenlängen beruhenden Messungen des Internationalen Instituts scheint das Liter in Wirklichkeit sehr nahe um $^1/_{10000}$ seines Werthes grösser zu sein als 1000 *ccm*. Es wird also vielleicht möglich sein, die erste Annäherung an die Bestimmung dieses Verhältnisses, welche am Ende des vorigen Jahrhunderts bei der Einführung des metrischen Systems darin bestanden hat, dass man das Liter gleich 1000 *ccm* setzte und dadurch für viele Messungsaufgaben eine sehr grosse Vereinfachung herbeiführte, am Ende dieses Jahrhunderts durch eine zweite Annäherung abzulösen, bei welcher man diese Identität für die feinsten Messungen fallen lässt und dafür bis auf weiteres die Bestimmung einträgt: 1 Liter $= 1000$ *ccm* $(1 + {}^1/_{10000})$ oder gleich einem Kubikdezi-

meter + 100 Kubikmillimeter, während man bei allen Messungen in der gewöhnlichen Praxis, besonders in Handel und Verkehr, die erste Annäherung des metrischen Systems ohne Bedenken mit allen ihren Vorzügen bestehen lassen kann, da bei den gewöhnlichen Operationen schon die Unsicherheit der Temperatur und die Unmöglichkeit ihrer genauen Berücksichtigung eine feinere Angabe ganz illusorisch machen. Für zahlreiche genauere Maassbestimmungen der Technik und der Wissenschaft wird aber die neue Bestimmung von grossem Werthe sein, insbesondere auch für manche elektrotechnische Zwecke, bei denen man Fehler von einem Zehntausendstel der Einheiten nicht mehr vernachlässigen kann.

Es ist übrigens mit Sicherheit zu erwarten, dass man im Internationalen Institut in den nächsten Jahren die obige Verbesserung so zuverlässig bestimmen wird, und dass man auch an anderen Stellen die wissenschaftlichen Untersuchungen auf der in jenem Institut gewonnenen Grundlage derartig weiter bauen wird, dass man sehr bald das Verhältniss des Liter zum Kubikdezimeter bis auf ein Kubikmillimeter genau, also bis auf ein Millionstel seines Werthes, kennen wird. Hierdurch aber eröffnet sich die Möglichkeit, im Anschluss an die durch Lichtwellenlängen gesicherte säkulare Kontrole der Längeneinheit und mit Hülfe des unveränderlichen Raumgehalts einer unter ganz bestimmten Bedingungen der chemischen Reinheit, der Temperatur und des Druckes stehenden Wassermasse dahin zu gelangen, für den Beständigkeitsgrad des Kilogrammprototyps aus Platiniridium mindestens bis auf ein Millionstel säkulare Kontrolen zu erlangen.

Dies hat beim *Kilogramm*-Prototyp wohl mindestens dieselbe Bedeutung wie die Lichtwellenlängen beim *Meter*-Prototyp, da die Unveränderlichkeit einer Metall-*Masse* viel weniger verbürgt ist als diejenige der *Länge* eines Meterstabes.

Die jetzt mit hoher Genauigkeit erlangte Kenntniss des metrischen Werthes der Lichtwellenlängen hat aber noch eine andere sehr wichtige Maassbestimmung ermöglicht, welche für die *mikrometrische* Praxis, z. B. im Gebiete der Optik, der Elektrizität, überhaupt der Molekular-Physik und auch der Biologie, von ähnlicher fundamentaler Bedeutung sein wird, wie die gemeinsame Festsetzung und Sicherung der Metereinheit für die *makrometrische* Praxis, nämlich die einheitliche Bestimmung der *Millimeter*-Einheit. Diese war bis jetzt aus der Meterlänge an verschiedenen Stellen auf dem gewöhnlichen Wege der Untersuchungen der Eintheilung eines Meters abgeleitet worden; aber wenn man die verschiedenen sogenannten Normalmillimeter, welche an jenen verschiedenen Stellen gefunden worden waren, direkt unter einander verglich, ergaben sich sehr starke Unterschiede. Während die zu Grunde gelegten Meterlängen bis auf ein Millionstel ihres Werthes übereinstimmten, wichen die aus denselben gefundenen Millimeterlängen bis auf Tausendstel, in manchen Fällen bis auf mehrere Tausendstel ihres Werthes von einander ab, und zwar in völlig erklärlicher Weise dadurch, dass eben die gewöhnliche Operation des Ueberganges von einem Meter auf ein Millimeter eine sehr umständliche ist und Anlass zu sehr starker Anhäufung von Messungsfehlern giebt. Es ist nun gelungen, die Millimetereinheit und sogar die Länge von einem Zentimeter auf dem umgekehrten Wege aufzubauen, nämlich sie durch einfache Zählungen von Wellenlängen der drei bei der fundamentalen Bestimmung des metrischen Werthes der Wellenlängen zu Grunde gelegten Lichtarten des Kadmium bis auf kleine Bruchtheile einer Wellenlänge, also etwa bis auf ein oder zwei Hunderttausendstel des Millimeter in genauem metrischen Maasse auszudrücken, und zwar hat hierbei das sehr genau bestimmte Verhältniss der drei Wellenlängen zu einander eine ausserordentlich wesentliche Kontrole geliefert, sodass ein sehr hoher Grad von Zuverlässigkeit dieser Bestimmung erreicht ist. Zum Glück hat sich herausgestellt, dass das Normalmillimeter, welches bisher von dem Internationalen Institut auf dem gewöhnlichen Wege abgeleitet worden war, nahe bis auf $^1/_{10000}$ seines Betrages richtig war, sodass in allen bisher darauf begründeten Angaben keine in Betracht der bezüglichen Genauigkeitsgrenzen irgend erhebliche Aenderung erforderlich ist.

Es ist aber nunmehr durch das optische Verfahren ein wahres Prototyp des Millimeter und des Zentimeter geschaffen worden.

Da bereits früher nicht bloss von wissenschaftlicher Seite, sondern auch von Seiten der englischen Maass- und Gewichtsbehörde der dringende Wunsch ausgesprochen worden war, dass solche Normalwerthe der *mikrometrischen* Einheiten von dem Internationalen Institut in ähnlicher Weise verausgabt werden möchten wie die

Prototype des Meter, so wird nunmehr in dieser Richtung vorgegangen werden. Es werden Normalskalen ausgegeben werden, welche 100 Millimeter enthalten, und bei denen mindestens 10 Millimeter so genau untersucht und an die Prototyplänge des Millimeter und des Zentimeter so nahe angeschlossen sind, dass sie die Kenntniss dieser Einheiten für alle Mikrometermessungen nunmehr in übereinstimmender Weise sichern werden.

Für diese Verkörperung der mikrometrischen Einheiten war es nun aber von grosser Bedeutung auch das geeignete Material zu besitzen. Ausser den Platiniridium-Skalen, welche sehr kostspielig sind und deren Eintheilung auch gewisse Erschwernisse bietet, gab es bisher eigentlich kein vollkommen einwandfreies Material von einer genügenden Homogenität und Unveränderlichkeit der Oberfläche, um so feine Strichtheilungen andauernd für die genaueste Messung darzubieten. Insbesondere waren die bisher überwiegend für Auftragung von Fein-Eintheilungen benutzten Silberlegirungen sehr schweren Uebelständen unterworfen. Die Verunreinigung der Fläche ging meistens besonders da, wo Gas gebrannt wurde, ausserordentlich rasch vor sich; die Striche konnten nicht die höchste erreichbare Feinheit haben, und ihre scheinbare Gestalt und Lage änderte sich nicht bloss bei jeder Reinigung der Fläche, sondern auch bei irgend erheblichen Veränderungen der Intensität und Richtung der Beleuchtung, und zwar um sehr erhebliche Beträge. Als Ergebniss vieler Bemühungen, welche auf die Herstellung geeigneter Metallflächen für jene feinen Zwecke gerichtet waren, hatte sich endlich herausgestellt, dass Flächen aus sehr reinem Nickel eine sehr hohe Politur annahmen und die Aufbringung sehr feiner und regelmässiger Striche gestatteten. Schliesslich aber haben diese Untersuchungen noch eine Art von Legirungen mit Nickel als besonders geeignet nicht bloss in der vorerwähnten Beziehung, sondern auch hinsichtlich sonstiger wichtiger Eigenschaften erkennen lassen.

Schon seit längerer Zeit war das Internationale Institut vom Komitee damit betraut worden, nicht bloss für die Mikrometerskalen, sondern auch für sonstige Messungszwecke nach Metalllegirungen zu forschen, welche für gewisse Zweige der wissenschaftlichen und feinsten technischen Praxis, insbesondere auch für die Messstangen geodätischer Grundlinien, geeignet wären. Das Material der Prototype erschien hierfür viel zu kostspielig. Anfangs schien auch für solche Zwecke reines Nickel manche Vorzüge zu besitzen. Die weitere Prüfung der Nickel-Legirungen hat jedoch in dieser Richtung zu ganz unerwarteten, sehr wichtigen Ergebnissen geführt.

Es sind insbesondere die Nickel-Stahl-Legirungen, welche nunmehr in den Vordergrund des bezüglichen Interesses getreten sind. Schon der englische Forscher Mr. Hopkinson hatte gewisse Besonderheiten dieser Legirungen, unter anderen die Erscheinung aufgefunden, dass die thermischen Ausdehnungskoëffizienten gewisser Nickel-Stahl-Legirungen von dem Ausdehnungskoëffizienten der beiden Komponenten Nickel und Stahl (Stahl 10,3 Millionstel pro Zentigrad und Nickel 12,5 Millionstel pro Zentigrad) stark abwichen und sich demjenigen der Kupfer-Legirungen näherten. Bei den von dem Internationalen Institute unternommenen vollständigeren Untersuchungen fand Herr Dr. Benoît das Letztere bestätigt, und bei der Herrn Dr. Guillaume von ihm übertragenen weiteren Verfolgung der Sache entdeckte der Letztere ein überaus merkwürdiges Verhalten der verschiedenen Nickel-Stahl-Legirungen hinsichtlich der Wärmeausdehnung. Mit zunehmendem Nickelgehalt steigt der Ausdehnungskoëffizient der Nickel-Stahl-Legirungen von 10,3 bei reinem Stahl bis auf 17,5 bei 24 % Nickel auf 76 % Stahl, sinkt aber dann ziemlich schnell, wenn auch stetig, bis auf etwa 0,88 bei 35,7 % Nickel herab, um von da an bei 44,4 % Nickel wieder bis auf 8,5 zu steigen und bei 100 %, also reinem Nickel, 12,5 zu erreichen. Einen ähnlichen, wenn auch nicht so starken Gang lässt die Dichtigkeit und die Elastizität der Legirungen erkennen, wie folgendes Täfelchen zeigt:

Nickelgehalt:	*Dichtigkeit bei Null Grad:*	*Elastizitätsmodul:*
0 %	7,84	22,0
24 %	8,06	19,3
31,4 %	8,01	15,5
35,7 %	8,10	14,7
44,4 %	8,12	16,4
100 %	8,85	21,6.

Man sieht in der Kolumne der Dichtigkeiten, wenn man das Anwachsen der Dichtigkeit von 0 bis 100 % berücksichtigt, dass offenbar eine Art von Minimum in der Nähe der Legirung von kleinster thermischer Ausdehnung stattfindet. Noch deutlicher tritt in den Werthen des Elastizitätsmoduls ein Minimum bei 35,7 %, also in der Nähe des Minimums des ersten Ausdehnungskoëffizienten ein. Sehr merkwürdig und charakteristisch ist auch das Verhalten des Koëffizienten der zweiten Potenz der Temperatur, dessen Details ich hier übergehe.

Es ist sofort einleuchtend, dass die Nickel-Stahl-Legirungen, insbesondere diejenigen mit der kleinsten thermischen Ausdehnung, nämlich mit einer Ausdehnung von kaum dem zehnten Theil der Ausdehnung des Platins und kaum dem zwölften Theil desjenigen des Eisens und des Stahls, bei der immer noch sehr ansehnlichen Elastizität und bei der Fähigkeit auch dieser Legirung, eine sehr befriedigende Politur anzunehmen und die Auftragung sehr feiner und regelmässiger Striche zu gestatten, eine ungemein hohe Bedeutung für viele wissenschaftliche und technische Anwendungen erlangen werden.

Von ausserordentlichem Interesse ist in den Untersuchungen des Herrn Dr. Guillaume, die übrigens noch in der Fortsetzung begriffen sind, der Nachweis sehr merkwürdiger Beziehungen zwischen den magnetischen Eigenschaften der verschiedenen Nickel-Stahl-Legirungen und den Temperaturen und Ausdehnungskoëffizienten. Hier scheinen sich besonders tiefe Einblicke in die molekularen Zustände derartiger Systeme zu eröffnen. (Zu bemerken ist, dass der bei den Legirungen benutzte Stahl in sehr gleichmässiger Weise aus Eisen und wenigen Prozenten Kohlenstoff und nur in einigen Fällen mit Beimischung von wenigen Prozenten Chrom bestanden hat, und dass offenbar kleine Unterschiede der letzteren Beimischung von keiner relativ wesentlichen Bedeutung für die vorerwähnten Eigenschaften der verschiedenen Nickel-Stahle gewesen sind.)

Es war von vornherein wahrscheinlich, dass so ungewöhnliche Abnormitäten des Verhaltens und des Verlaufes der thermischen Ausdehnung jener Legirungen mit einer gesteigerten Abhängigkeit der *Dimensionen* der bezüglichen Molekularsysteme von der *Zeit* verbunden sein würden, ganz ähnlich, wie es sich auch bei den neueren Arbeiten, insbesondere bei den in Jena gemachten Erfahrungen und Entdeckungen, hinsichtlich der thermischen Ausdehnung des Glases und der Abhängigkeit seiner Dimensionen von der *Zeit* herausgestellt hat, wobei ja auch ganz abnorme Werthe der Ausdehnungskoëffizienten gefunden worden sind.

Die Herren Dr. Benoît und Dr. Guillaume haben auch sofort die merkwürdige Aehnlichkeit hervorgehoben, welche in dieser Beziehung zwischen dem Nickel-Stahl und dem Glase obwaltet.

Es werden also gerade die durch ihre geringe Ausdehnung wichtigsten Nickel-Stahl-Legirungen grosse Vorsicht in Betreff der im Verlaufe der Zeit eintretenden Veränderungen ihrer Dimensionen erfordern; doch scheint es nach den bereits auch hierauf gerichteten Untersuchungen des Herrn Dr. Guillaume, als ob man durch eine geeignete Folge von Wiedererhitzungen und Abkühlungen auch für jene Uebelstände bis auf sehr kleine Restbeträge allmählicher Nachwirkungen Abhülfe schaffen wird, sodass die allmählichen Veränderungen alsdann pro Meter im Laufe einiger Monate nur wenige Tausendstel des Millimeter betragen können.

Hiernach werden die in Rede stehenden Nickel-Stahle jedenfalls mit grossem Vortheil verwendbar sein für zahlreiche Fälle, in denen man z. B. beim Arbeiten im Freien sehr genaue Temperaturbestimmungen der Messstangen u. dergl. nicht vornehmen kann, und bei denen es also auf eine möglichst geringe und möglichst langsam verlaufende Abhängigkeit der Dimensionen von der Temperatur und der Zeit ankommt, z. B. bei Messungen von geodätischen Grundlinien, bei Nivellirlatten und dergl., natürlich auch in zahlreichen technischen Gebieten, in denen man nicht die äusserste Feinheit in Bezug auf die Temperaturwirkungen einzuhalten braucht, aber doch durch grössere Ausdehnungskoëffizienten schon recht erhebliche Uebelstände erleidet.

Auch bei Pendeln werden sich durch die neuen Legirungen Vortheile erreichen lassen, während andererseits auch die Chronometerfabrikation durch den eigenartigen Verlauf der Ausdehnung gewisser Legirungen dieser Art für ihre Kompensationsaufgaben möglicherweise bedeutende Sicherungen gewinnen kann.

Ich bemerke schliesslich noch, dass für die Wissenschaft und die wissenschaftlichen Mittelpunkte der Technik der sämmtlichen am Meter-Vertrage betheiligten Länder durch Vermittlung des Internationalen Komitees und Institutes bestmögliche Bedingungen für den Bezug der neuen Legirungen gesichert sein werden.

Aus der Gesammtheit meiner Mittheilungen über die Ergebnisse der Thätigkeit des Internationalen Maass- und Gewichts-Instituts werden, wie ich hoffe, die Herren Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik den Eindruck gewonnen haben, dass diese internationale Organisation für das Zusammenwirken der Wissenschaft und Technik von einer sehr grossen Bedeutung ist.

In den Entwickelungsstadien dieser Organisation und noch beim Abschluss des Meter-Vertrages wurden grosse Schwierigkeiten bereitet durch die von manchen fachmännischen Seiten aufgestellte Behauptung, dass sozusagen die internationale Monopolisirung der feinsten Untersuchungen auf dem Gebiete des Messens und Wägens zu einer wissenschaftlichen Verödung der entsprechenden Arbeiten und Institutionen in den einzelnen Ländern führen, und dass die hieraus hervorgehenden Uebelstände die Vorzüge und Leistungen jener Zentralisation gewisser Arbeiten an oberster Stelle des Maass- und Gewichtswesens mindestens aufwiegen würden. Man übersah dabei, dass eine gewisse Zentralisation und eine von der Gemeinsamkeit verliehene Autorität für die Sicherung gewisser unentbehrlicher Grundlagen und gewisser übereinstimmender Festsetzungen zur Erreichung und Erhaltung der vollen Vergleichbarkeit von Messungs- und Wägungsergebnissen der verschiedensten Stellen unumgänglich erforderlich ist, und dass es in vielen Fällen für dieses Lebensinteresse der gemeinsamen Arbeit noch mehr auf formale Uebereinstimmung als auf äusserste absolute Genauigkeit ankommt, obwohl natürlich die Erreichung der grösstmöglichen Genauigkeit gerade an den Stellen gemeinsamer Autorität auch von hoher Bedeutung ist. Es hat sich aber auch erfahrungsgemäss herausgestellt, dass jene Gegenwirkungen und Prophezeiungen gänzlich im Irrthum waren; denn überall haben sich auch in den einzelnen nationalen Arbeitsgebieten der Wissenschaft und Technik die Präzisionseinrichtungen und die mit Hülfe derselben ermöglichten feinsten Untersuchungen und Maassbestimmungen immer lebensvoller entwickelt. Man darf auch annehmen, dass hierbei die Leistungen des Internationalen Maass- und Gewichts-Institutes schon in vieler Beziehung förderlich gewesen sind, und dass dies noch in höherem Grade durch diejenigen Arbeiten dieses Instituts geschehen wird, von denen ich heute vorzugsweise gesprochen habe. Wir hoffen auch, dass der edle Wetteifer, der auf diesem Gebiete in Verbindung mit den fundirenden und formal einigenden Arbeiten des internationalen Organes erwacht ist, auch die Arbeiten dieses Organes selber rückwirkend fördern wird. Für alle ferneren fundamentalen Festsetzungen zu Gunsten der Oekonomie der Arbeit wird man aber in der vertragsmässig gesicherten besonderen Stellung dieses Institutes immer mehr eine hohe Wohlthat erblicken.

Vereins- und Personen-Nachrichten.

Zur Aufnahme in die D. G. f. M. u. O. gemeldet:

Herren Basse & Selve, Metallgiessereien, Walzwerke und Drahtziehereien; Altena in Westfalen.

D. G. f. M. u. O. Zweigverein Berlin.

Sitzung vom 19. Oktober 1897. Vorsitzender: Herr W. Handke, später Herr Prof. Dr. A. Westphal.

Hr. Dr. O. Schönrock spricht über Polarisationsapparate. Der Vortragende behandelt an der Hand mehrerer von der Firma Franz Schmidt & Haensch zur Verfügung gestellter typischer Instrumente und zahlreicher Figuren die systematischen Mängel der Polarisationsapparate und die Mittel, diese Fehler, deren Einfluss sich nicht durch Häufung von Beobachtungen vermindern lässt, zu vermeiden. Der Vortragende sagt eine Besprechung der Saccharimeter für eine der nächsten Sitzungen zu. — Nach einigen geschäftlichen Mittheilungen wird die geplante Vertagung der Sitzungen auf den Mittwoch besprochen; eine Beschlussfassung hierüber wird auf die nächste Generalversammlung verschoben. — Hr. K. Friedrich regt die Verlegung der Bibliothek nach einem Orte an, an dem die Benützung der Bücher den Mitgliedern bequemer sei als jetzt; einen solchen Raum könne die V. f. S. ev. zur Verfügung stellen; von diesem Vereine liegt ferner eine Einladung zu einer Sitzung mit Damen am 23. Oktober vor.

D. G. f. M. u. O. Zweigverein Hamburg-Altona. Sitzung vom 2. November 1897. Vorsitzender: Herr G. Butenschön in Vertretung des verhinderten Herrn Dr. H. Krüss.

Herr G. Butenschön legt eine Mechanikerblouse vor, die ihn von der Firma Conrad Flach & Co., Berlin S., übersandt worden war und macht darauf aufmerksam, dass die Firma für Vereinszwecke 5% Rabatt bewillige. Es schliesst sich daran ein reger Meinungsaustausch über die Bekleidung für die Arbeiter in den mechanischen Werkstätten. — Hierauf spricht Herr Curt Weber über Import und Export wissenschaftlicher Instrumente. Mit kurzen Worten theilt derselbe seine langjährigen Erfahrungen auf diesem Gebiete mit. Er hebt hervor, dass der Export Deutschlands an Instrumenten bedeutend grösser sein könnte; der deutsche Mechaniker sei aber häufig nicht genügend Kaufmann und befasse sich zuviel mit Kleinigkeiten. Daher komme es auch, dass von Frankreich, aus der Schweiz, von England und Amerika viele Instrumente sogar importirt werden. Der Export Englands an wissenschaftlichen Instrumenten sei grösser als der Deutschlands; es komme noch dazu, dass ein grosser Theil des deutschen Exports über England geht, da viele im Auslande lebende Deutsche lieber in England kaufen. — Zum Schluss macht Herr F. Dencker auf einen Artikel in der Handelszeitung der Uhrenindustrie in Leipzig aufmerksam, worin die Ursachen des Rückgangs der deutschen Chronometerindustrie geschildert werden. Herr Dencker beantragt, dass man in der nächsten Sitzung dazu Stellung nehmen möge. *G. B*

Hr. **Dr. O. Knopf**, bisher Privatdozent für Astronomie in Jena, ist zum ao. Professor an derselben Universität ernannt worden.

Kleinere Mittheilungen.

Zum fünfzigjährigen Jubiläum der Firma Siemens & Halske.

Von M. Bornhäuser in Charlottenburg.

(Schluss.)

In den nächsten Jahren nahm in Folge auswärtiger Unternehmungen das Geschäft sehr schnell an Umfang zu. Halske zog sich 1868 zurück, und die Leitung einzelner Geschäftszweige ging auf tüchtige Beamte über, unter denen als Konstrukteur besonders v. Hefner-Alteneck sich Weltruhm erwarb. 1872 erhielten die Morse-Farb- und Stiftschreiber ihre endgültige Form. Am 12. Oktober 1872, dem 25-jährigen Jubiläum der Firma, wurde die Pensionskasse mit einem Grundkapital von 60 000 Thalern gegründet, eine soziale Einrichtung, die zusammen mit der Wittwen- und Waisenunterstützung viel zu dem dauernden Emporblühen der Firma beigetragen hat, da durch sie die Zusammengehörigkeit der Firma mit ihren Beamten und Arbeitern gefestigt wurde und die tüchtigsten Kräfte dem Geschäft dauernd erhalten blieben.

Der Errungenschaften und Erfindungen der letzten 25 Jahre, die der Entwickelung der modernen Elektrotechnik angehören, sind so viele, dass es unmöglich ist, sie im knappen Rahmen dieses Aufsatzes alle anzuführen. Als epochemachend seien nur hervorgehoben 1873 die Hefner'sche Trommelwickelung, damals mit Recht der „Wunderknäuel" genannt, 1874 die Legung des ersten transatlantischen Kabels durch das Londoner Haus, 1878 das von der Deutschen Reichs-Postverwaltung angenommene „Telephon mit Ruftrompete", 1879 die Hefner'sche Differentiallampe, welche die Theilung des elektrischen Bogenlichtes ermöglichte, und die Anwendung der Elektrizität zum Betrieb von Eisenbahnen; 1880 eröffneten der erste elektrische Aufzug, elektrisch betriebene Pflüge und Gesteinbohrmaschinen die lange Reihe der Konstruktionen für elektrische Kraftübertragung; für die Entwickelung der elektrischen Zentralstationen sind die Siemens'schen Innenpolmaschinen, Bleikabel und Installationsgegenstände von grundlegender Bedeutung geworden.

Der Umfang des Geschäftes nahm durch diese Fortschritte dermaassen zu, dass die Fabrik in der Markgrafenstrasse trotz fortgesetzter Erweiterungen auf benachbarten Grundstücken nicht mehr ausreichte, und so wurde 1883 das Charlottenburger Werk eröffnet. Auf Charlottenburger Gebiet befindet sich auch die unter der Firma Gebr. Siemens & Co geführte Fabrik für Herstellung von Beleuchtungskohlen, der wir die Erfindung der Dochtkohle verdanken. Für fortschreitende Entwickelung sind auf Spandauer Gebiet mehrere grosse Grundstücke erworben. 1879 wurde das Wiener Geschäft gegründet und endlich im Juli d. J. die Häuser in Berlin, Charlottenburg und Wien in eine Aktiengesellschaft verwandelt. Die Zahl der in den Siemens & Halske'schen Werken Beschäftigten ist im Laufe der letzten Jahre auf rund 9000 Arbeiter und 2000 Beamte angewachsen.

Werner Siemens, der bei Thronbesteigung Kaiser Friedrichs für seine Verdienste mit dem erblichen Adel belohnt wurde, hat es nicht nur verstanden, sich und die Seinen, sowie seine näheren Berufs- und Fachgenossen durch sein Wirken zu fördern, sondern auch die gesammte deutsche Technik und Wissenschaft verdankt ihm noch zwei Institutionen von hervorragender Bedeutung: das deutsche Patentgesetz, welches auf seine Anregung und nach seinen Vorschlägen zu Stande kam, und die Physikalisch - Technische Reichsanstalt, für deren Errichtung Werner Siemens dem Staate ein bedeutendes Grundstück zur Verfügung stellte. Als er sich 1890 von der Oberleitung seiner Geschäfte zurückzog und dieselbe seinem Bruder Carl und seinen Söhnen Arnold und Wilhelm überliess, konnte er auf ein segensreiches und reich gesegnetes Leben zurückblicken, das er Anderen zu Nutz und Frommen in seinen „Lebenserinnerungen" beschrieb. Nicht lange mehr durfte er sich der wohlverdienten Ruhe erfreuen, am 6. Dezember 1892 setzte der Tod seinem unermüdlichen Wirken ein Ziel.

Auf photographischem Wege hergestellte Firmenschildchen für Apparate.

Auf dem Mechanikertage in Braunschweig wurden Firmenschildchen, die durch ein neues Emaillir-Verfahren hergestellt waren, vorgelegt, wie sie von der Firma Gustav Herrman (Berlin S., Alte Jakobstr. 120b) angefertigt werden. Die mit diesem Verfahren hergestellten Gegenstände zeigen eine elegante, saubere und scharfe Ausführung; sie eignen sich für Adressenschildchen, Skalen, Zifferblätter, Gewindetabellen, auch zu Abbildungen u. s. w. Die Gegenstände, die auch wetterbeständig sein sollen, können, wie festgestellt wurde, hin- und hergebogen werden, ohne dass die Emailleschicht leidet oder abspringt. Das Verfahren erfüllt nicht nur praktische Zwecke, sondern wird auch zur Ausschmückung der Gegenstände dienen. Es kann jeder beliebige Text oder Zeichnung hergestellt werden. Allerdings werden nur solche Gegenstände in Frage kommen können, bei welchen es sich um grössere Mengen handelt, dann stellen sie sich nicht theurer als beim Aetzverfahren; der Preis wird nach dem beanspruchten Flächenraum berechnet.

Bücherschau.

W. A. Anthony u. C. F. Brackett, *Elementary Textbook of Physics.* Neue Ausgabe, revidirt von W. F. Magie. 8⁰. VIII, 512 S. m. Fig. New-York 1897. Geb. in Leinw. 20,00 *M.*

E. L. Nichols *The Outlines of Physics, an elementary textbook.* 8⁰. Mit Figuren. London 1897. Geb. in Leinw. 7,80 *M.*

Patentschau.

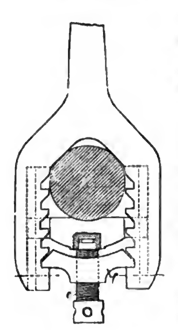
Maschine zu Rundschleifen von roh vorgearbeiteten Metall- oder Stahlkugelkörpern. J. Vorraber in Gauting b. München. 24. 6. 1896. Nr. 91 352. Kl. 67.

Eine Anzahl der roh vorgearbeiteten Kugeln wird zwischen geschärften oder aus scharfem Schleifmaterial hergestellten und rotirenden Scheiben *s* und *s'* durch krummlinig begrenzte Führungsplatten *C* und *D* in der Weise geführt, dass sich die Drehachse der Kugelkörper während ihrer Bearbeitung fortwährend verändert. Die beiden Führungsplatten *C* und *D* können auch durch eine einzige ersetzt werden, dann muss dieselbe aber mit durchgebohrten Löchern zur Aufnahme der Kugelkörper versehen werden.

Theilmaschine für astronomische Kreise, Theilräder u. dgl. G. Meissner in Berlin. 19. 7. 1896. Nr. 92 222. Kl. 42.

Die Theilung der Theilscheibe wird durch eine Rolle, welche sich auf einer mit dem zu theilenden Körper fest verbundenen ebenen Ringfläche abrollt und in radialer Richtung zwecks genauen Einstellens verschieben lässt, im Verhältniss des Durchmessers der kleinen Rolle zu dem der Theilscheibe verkleinert auf den zu theilenden Körper übertragen.

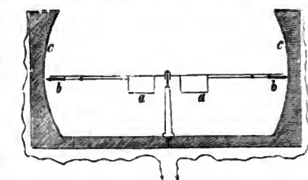
Drehherz mit verstellbarer Druckschraube A. Unthal und A. Kratz in München. 16. 8. 1896 Nr. 91 949. Kl. 49.



Die Druckschraube *e* ist mit einer Traverse *f* versehen, deren Enden in Zähne der Schenkel des gabelförmigen Drehherzes eingreifen. Je nach der Stärke des Arbeitsstückes wird die Traverse mehr nach innen oder aussen versetzt.

Kontaktvorrichtung an Kompassen zur elektrischen Fernanzeige. G. F. R. Blochmann in Kiel. 27. 10. 1895. Nr. 91 791. Kl. 42.

Durch ein an der Kompassrose angeordnetes Uhrwerk wird in gewissen Zeiträumen durch einen eine kreisförmig drehende in eine hin- und hergehende Bewegung umsetzenden Mechanismus Kontakt mit den am Kompassgehäuse angeordneten Sektoren *c* und dadurch Stromschluss hergestellt. Der Mechanismus, welcher den Kontakt vermittelt, ist dadurch gekennzeichnet, dass das Uhrwerk *a* an einem oder zwei diametral gegenüberliegenden Punkten der Rosenscheibe ein Stäbchen *b* vor- und rückwärts bewegt. Die Kontaktgeber *b* werden in Perioden von 10 Sekunden vorwärts und dann schnell durch Federkraft zurückgeschoben. Die Kontaktvorrichtung ist noch mit einer Einrichtung versehen, durch welche eine Hemmung des Uhrwerkes während des Stromschlusses verhindert wird.



Patentliste.

Bis zum 1. November 1897.

Klasse: **Anmeldungen.**

21. H. 18 528. Oszillirender Elektrizitätszähler. G. Hummel, München. 25. 3. 97.

T. 5128. Einrichtung zur Erzielung von Strömen hoher Frequenz aus Gleichströmen durch Kondensatorentladungen. N. Tesla, New-York. 21. 9. 96.

L. 11 082. Elektromagnetischer zweipoliger Quecksilberausschalter. J. Lühne, Aachen. 15. 2. 97.

B. 20 517. Registrirvorrichtung für Verbrauchsmesser. Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz) und Frankfurt a. M. 19. 3. 97.

H. 19 227. Wattmeter oder Elektrodynamometer für Gleich- und Wechselstrom; Zus. z. Pat. 92 445. Hartmann & Braun, Frankfurt a. M.-Bockenheim. 10. 9. 97.

42. S. 10 179. Loth mit Wasserwaage. E. Simon, Sulzbach b. Saarbrücken. 13. 3. 97.

W. 12 988. Spannvorrichtung für Phonographenmembranen. P. v. Wouwermans, T. Fischer, M. R. Kohn und I. Pulay, Wien. 23. 6. 97.

49. H. 17 596. Härte- und Schmiedeofen. G. Hammesfahr, Sollngen-Foche. 21. 7. 96.

Sch. 12 218. Verfahren zum Härten von Weichgussscheeren ohne Zementirprozess. Gebr. Schmitz, Solingen. 31. 3. 97.

R. 10 617. Bohrer zum konischen Ausbohren zylindrischer Löcher. L. J. C. Rich, Cheltenham, Lansdown Crescent, Engl. 5. 10. 96.

St. 4942. Bohrer mit Hohlkehlen in den in die Schneidkanten auslaufenden Flächen. M. Steudner, Gera-Debschwitz. 20. 3. 97.

Klasse: **Ertheilungen.**

21. Nr. 95 543. Linienwähler für Fernsprechanlagen. J. M. Drysdale, New-York. 10. 3. 96.

42. Nr. 95 401. Aus Stahlblech hergestellte Pfanne für Waagen. H. Schliephacke, Hannover. 12. 5. 97.

Nr. 95 471. Zirkelgelenk. G. Schoenner, Nürnberg. 25. 12. 96.

Nr. 95 492. Optischer Tiefenmesser. H. Trietsch, Nymwegen u. H. Berghaus, Amsterdam. 23. 8. 96.

Nr. 95 538. Messzirkel. R. F. Oswald, Haynau i. Schl. 4. 10. 96.

Nr. 95 539. Neigungswaage mit senkrecht rollender Gewichtsrolle. J. A. Stäckig u. E. Birath, Stockholm. 20. 11. 96.

49. Nr. 95 399. Bohrkopf mit beim Bohren sich feststellenden Klemmbacken. W. Thau, Neustadt a. d. Hardt. 29. 5. 97.

57. Nr. 95 446. Spiegel-Reflex-Kamera mit zweitheiligem Spiegel. Reflex Companie vorhenn Loman & Co., Amsterdam. 25. 8. 96.

VIII. Deutscher Mechanikertag zu Braunschweig

am 17. und 18. September 1897.

Verzeichniss der Theilnehmer.

A. Behörden und Vereine:[1]

1. Das Herzogliche Staatsministerium, vertreten durch Hrn. Prof. Dr. Lüdicke, Rektor der Technischen Hochschule in Braunschweig.
2. Das Herzogliche Landesökonomie-Kollegium, vertreten durch Hrn. Ingenieur Seiffert.
3. Der Magistrat von Braunschweig, vertreten durch Hrn. Bürgermeister Retemeyer.
4. Die Stadtverordneten-Versammlung von Braunschweig, vertreten durch Hrn. Professor Schöttler.
5. Die Kais. Normal-Aichungs-Kommission, vertreten durch Hrn. B. Pensky.
6. Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt, vertreten durch Hrn. Dr. F. Göpel.
7. Die Berufsgenossenschaft der Feinmechanik, vertreten durch Hrn. Ing. P. Hosemann.
8. Der Deutsche Geometerverein, vertreten durch Hrn. Prof. Dr. W. Jordan.

B. Die Herren:

1. Prof. Dr. E. Abbe - Jena.
2. O. Ahlberndt - Berlin.
3. M. Berger - Jena.
4. A. Blaschke - Berlin.
5. F. W. Breithaupt - Cassel.
6. W. Brockmann - Hamburg.
7. J. E. Burger - Chemnitz.
8. A. Burkhardt - Glashütte i. S.
9. J. C. Dennert - Altona.
10. G. Eisenträger - Mailand.
11. F. Ernecke - Berlin.
12. Dr. Felgentraeger - Berlin.
13. Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. W. Foerster-Berlin.
14. E. Gerlach - Warschau.
15. O. Günther - Rathenow.
16. O. Günther - Braunschweig.
17. W. Haensch - Berlin.
18. W. Handke - Berlin.
19. G. Hechelmann - Hamburg.
20. G. Hirschmann - Berlin.
21. Dr. D. Kaempfer - Braunschweig.
22. G. Kärger - Berlin.
23. E. Kallenbach, i. F. Max Cochius - Berlin.
24. Dr. O. Knopf - Jena.
25. M. Kohl - Chemnitz.
26. Dr. H. Krüss - Hamburg.
27. W. Kuhlmann - Hamburg.
28. Dr. St. Lindeck - Charlottenburg.
29. W. Loew - Heidelberg.
30. Em. E. Meyer - Hamburg.
31. G. Miehe - Hildesheim.
32. Dr. A. Miethe - Braunschweig.
33. C. Mittelstrass - Magdeburg.
34. O. Mittelstrass - Magdeburg.
35. J. Möller - Altona.
36. L. Müller-Unkel - Braunschweig.
37. C. A. Niendorf - Bernau.
38. M. Ott - Kempten (Bayern).
39. H. Remané, Vertreter von Siemens & Halske - Berlin.
40. W. Seibert - Wetzlar.
41. H. Seidel - Berlin.
42. Dr. R. Steinheil - München.
43. L. Tesdorpf - Stuttgart.
44. Fr. v. Voigtländer - Braunschweig.
45. C. Weber - Hamburg.
46. Prof. Dr. A. Westphal - Berlin.
47. W. Weule - Goslar.
48. E. Zimmermann - Leipzig.
49. B. Zöller - Leipzig.

C. 20 Damen.

[1] Die Vereinigung früherer Schüler p. p. in Berlin, sowie der Mechaniker- und Optiker-Verein in Bockenheim-Frankfurt a. M. sandten Begrüssungstelegramme.

Bericht über die Verhandlungen.

I. Sitzung vom 17. September; 10 Uhr Vormittags im Wilhelmsgarten.

Tagesordnung:

1. Jahresbericht, erstattet vom Vorsitzenden.
2. Herr Prof. Dr. A. Westphal: Die Vorbereitungen zur Pariser Weltausstellung 1900. Wahl von Fachkommissionen für die einzelnen Zweige der Mechanik und Optik. Wahl einer Kommission für die äussere Einrichtung der Ausstellung (Katalog, Aufstellung, Versicherung u. s. w.).
3. Herr B. Pensky: Das Handelsmuseum in Philadelphia.
4. Herr Ingenieur P. Hosemann, Technischer Beauftragter der Berufsgenossenschaft der Feinmechanik: Unfallverhütung in mechanischen und optischen Werkstätten.
5. Herr W. Handke: Die Anwendung des Karborundums in feinmechanischen Werkstätten.
6. Herr A. Blaschke: Referat über a) die Berichte der Handelskammern und Konsulate, b) die wichtigsten Patente des letzten Jahres.

Der Vorsitzende, Herr Dr. Krüss, eröffnet den Mechanikertag, indem er die Theilnehmer sowie die Vertreter der Behörden und wissenschaftlichen Institute begrüsst. Herr Prof. Dr. Lüdicke heisst die Versammlung namens des Herzoglichen Staatsministeriums und der technischen Hochschule, Herr Bürgermeister Retemeyer namens des Magistrats und der Stadtverordneten willkommen. Der Vorsitzende dankt den Behörden für das dem Mechanikertage erwiesene Interesse und Wohlwollen.

Darauf tritt der Mechanikertag in die Tagesordnung ein.

I. Herr Dr. H. Krüss erstattet den *Jahresbericht*.

Der Bericht über das seit dem letzten Mechanikertage in Berlin verflossene Jahr, welchen ich Ihnen üblicher Weise zu erstatten habe, ist dieses Mal ein recht kurzer.

Das hinter uns liegende Jahr ist sehr ruhig dahingeflossen; ich nehme das als ein Zeichen dafür an, dass unsere Gesellschaft, nachdem die ersten Jahre ihres Bestehens allerlei Arbeit brachten, um ihre Organisation zu schaffen und richtig zu gestalten, nunmehr in den Zustand gekommen ist, in welchem sie, ein festes Gefüge bildend, ohne viel Arbeit kräftig sich weiter entwickelt, ebenso wie eine Pflanze in der ersten Zeit ihres Daseins mancherlei Pflege bedarf, wenn sie aber erst feste Wurzeln geschlagen hat, in sich selbst die zum Leben erforderlichen Kräfte schafft.

Trotzdem ist natürlich seitens des Vorstandes und der Geschäftsführung häufig recht wacker gearbeitet worden. Der letzte Mechanikertag hatte die Rohrkommission erweitert und ihr die Frage der Rohrdimensionen wieder übergeben mit der Aufgabe, sie auf dem jetzigen Mechanikertage zum Abschluss zu bringen. Darüber werden wir im Laufe unserer Verhandlungen hören.

Sodann wurden auf dem Mechanikertage in Berlin einige Aenderungen unserer Satzungen beantragt und beschlossen; zu diesem Beschluss musste auf Grund der Bestimmungen der früheren Satzungen die Zustimmung von mindestens zwei Dritteln aller Mitglieder beschafft werden. Das ist geschehen, und die veränderten Satzungen sind laut Bekanntmachung im Vereinsblatt in Kraft getreten. In Folge dessen ist auch jedem Mitgliede eine neue Mitgliedskarte ausgestellt worden.

Der Vorstand, in welchen für das verstorbene Mitglied Dörffel der Kollege C. P. Görz vom Zweigverein Berlin delegirt wurde, hat am 7. Mai und am 16. September Sitzungen

abgehalten. Den Hauptgegenstand seiner Verhandlungen bildete die Betheiligung unserer Gesellschaft an der Pariser Weltausstellung im Jahre 1900. Unabhängig vom Vorstande und unverbindlich für die Gesellschaft waren auf Einladung des Herrn Reichskommissars für die Ausstellung eine kleine Anzahl unserer Mitglieder zur Berathung über die Betheiligung der deutschen Mechanik und Optik an der Pariser Ausstellung zusammengetreten, und es waltete bei diesen die Meinung ob, dass es ebenso nationale Pflicht sei wie es im kommerziellen Interesse der einzelnen Fabrikanten liege, dass die deutsche Präzisionstechnik sich nicht von der Ausstellung ausschlösse. Von diesem Gesichtspunkte aus war es Pflicht des Vorstandes, auch seinerseits der Frage nahe zu treten und dieselbe so weit zu fördern, dass dem Mechanikertage Vorschläge unterbreitet würden, welche eine klare Uebersicht über die Sachlage gestatten. Das wird bei dem nächsten Punkt unserer heutigen Tagesordnung, dem ich nur nicht weiter vorgreifen will, geschehen.

Unser Vereinsblatt hat sich hoffentlich auch im letzten Jahre Ihre Freundschaft erhalten; irgend welche Wünsche über Form und Inhalt werden stets dankbar von dem Vorstande und dem Redakteur entgegengenommen werden, mit grösserem Dank aber noch thätige Mitarbeiterschaft seitens der Mitglieder.

Von besonderen Veranstaltungen ist auch hier nochmals zu gedenken der Gedächtnissfeier für Hermann Haensch, welche von der Abtheilung Berlin eingeleitet worden war, an welcher aber weite Kreise unserer Gesellschaft sich betheiligten. So konnte ich am 7. Mai d. J. der Familie des Heimgegangenen den von der Gesellschaft auf seinem Grabe errichteten Gedenkstein übergeben.

An der Feier des 70. Geburtstages des Herrn Direktor Jessen nahm wesentlich die Abtheilung Berlin theil durch Uebergabe eines Jessen-Fonds zum Besten der Schüler der I. Berliner Handwerkerschule, während der Vorstand es nicht unterliess, durch ein Glückwunschschreiben des Vorsitzenden sein dankbares Interesse an der Wirksamkeit des Herrn Direktor Jessen zu bekunden.

Die Anzahl der Mitglieder ist seit dem letzten Mechanikertage von 356 auf 367 gestiegen. Im Einzelnen hat folgende Bewegung in der Mitgliederliste stattgefunden:

	Zur Zeit des VII. Mechanikertages	*In der Zwischenzeit*			*Zur Zeit des VIII. Mechanikertages*
		verstorben	*ausgetreten*	*eingetreten*	
Hauptverein	158	—	2	9	165
Zweigverein Berlin	165	1	2	3	165
" *Hamburg-Altona* .	33	—	1	5	37
Zusammen	356	1	5	17	367

Es ist also wiederum ein kleiner Fortschritt in der Mitgliederzahl vorhanden.

Unser treues Mitglied Paul Dörffel verstarb am 2. März im Alter von 53 Jahren. Er war einer der Mitbegründer unserer Gesellschaft, indem er im Mai 1877 jene Versammlung berief, welche zur Gründung des Fachvereins Berliner Mechaniker führte. Dörffel stand bis 1883 an der Spitze des Vereins und blieb in den späteren Jahren Mitglied des Vorstandes. Mit seinem Freunde Haensch hat er an der Entwickelung unserer Gesellschaft gearbeitet, hauptsächlich sich aber auf dem Gebiete des Ausstellungswesens den Interessen der deutschen Präzisionstechnik mit regem Eifer gewidmet. Wahrscheinlich hat seine nicht mehr allzu feste Gesundheit durch die Anstrengungen, denen er sich im Arbeitsausschuss der vorjährigen Berliner Gewerbe-Ausstellung unterzog, den letzten schweren Stoss erhalten. Wir wollen das Andenken an den liebenswürdigen Kollegen in Ehren halten. Ich bitte Sie, sich für unser verstorbenes Mitglied von den Sitzen zu erheben. *(Geschieht.)*

II. Herr Prof. Dr. A. Westphal berichtet über die *Vorbereitungen zur Pariser Weltausstellung 1900.*

Der Vorstand der D. G. f. M. u. O. hat im Oktober v. J. die ersten einleitenden Arbeiten für diese Ausstellung auf Wunsch des Reichskommissars, Hr. Geh. Reg.-Rath Dr. Richter, in die Hand genommen; wie schon der Vorsitzende in seinem Jahresberichte hervorgehoben hat, herrschte vollständige Uebereinstimmung darin, dass die deutsche Präzisionstechnik bei ihrem jetzigen Stande den Vergleich mit der irgend einer anderen Nation nicht zu scheuen brauche, dass sie vielmehr ihre Stellung auf dem Weltmarkte sehr empfindlich schädigen würde, wenn sie diesem Vergleiche aus dem Wege ginge; man hielt jedoch eine sorgfältige Auswahl und Zusammenstellung für nöthig, um Ueberflüssiges fernzuhalten und das, was zur Darstellung der Leistungen unseres Faches nothwendig ist,

übersichtlich und möglichst vollständig zur Ausstellung zu bringen. Der Vorsta… schloss daher auf Vorschlag von Hr. Prof. Dr. E. Abbe und des Vortragenden folg… Plan zu empfehlen: es soll eine Kollektivausstellung der deutschen Präzisionstechnik … anstaltet werden, welche nach Fächern geordnet die Ausstellungsgegenstände vor… um ein möglichst vollständiges Bild zu geben, und auch um den Mechanikern die Th… nahme zu erleichtern, sollen die wissenschaftlichen Institute um leihweise Hergabe etw… wichtiger Apparate gebeten werden, welche jedoch unter dem Namen ihrer Verferti… auszustellen wären. Im Anschluss an diesen Plan wurde eine Umfrage an die in Betr… kommenden Firmen gerichtet, welche eine sehr günstige Stimmung zeigte. Nun… berief der Herr Reichskommissar im Dezember v. J. eine Versammlung von Fachmän… welche diesen Plan billigte und insbesondere das Prinzip der Kollektivausstellung … strengsten Durchführung empfahl. Nach Mittheilung des Herrn Reichskommissars ist … Prinzip mit Rücksicht auf die Raumverhältnisse eine zwingende Nothwendigkeit; es … somit in Paris nicht möglich sein, Erzeugnisse der Präzisionsmechanik ausserhalb … Kollektivausstellung vorzuführen. Die oben erwähnte Versammlung betraute eine Kommis… mit den weiteren Arbeiten; Vorsitzender dieser Kommission ist Hr. Direktor Prof. Dr. Ha… dessen Stellvertreter der Vortragende. Die Vorbereitungen, die der Hr. Reichskomm… bis Ende 1898 durchgeführt zu sehen wünscht, sind jetzt soweit gefördert, insbeson… durch Versendung von Anmeldebogen an etwa 500 Firmen, dass sich ein ungefährer An… über den Umfang der Ausstellung gewinnen lässt. Es haben sich zur Betheiligung be… erklärt 98 Firmen, darunter die bedeutendsten, sich die Entschliessung vorbehalten 22 Firmen, abgelehnt haben 126 Firmen; jedoch ist zu hoffen, dass von den beiden letzten Kategorien noch viele Firmen sich zur Theilnahme entschliessen werden. Der Werth der angemeldeten Gegenstände beläuft sich z. Z. auf etwa 400 000 *M.* Die Kommission hat ferner einen Pla… über die Eintheilung der vorzuführenden Gegenstände aufgestellt. Es sollen 17 Gruppen gebildet und über jede derselben ein Ausschuss von Sachverständigen, wofür gleichfalls bereits Vorschläge gemacht sind, gesetzt werden. Aufgabe dieser Ausschüsse wird sei… 1. zu untersuchen, ob die angemeldeten Gegenstände eine lückenlose Darstellung des betr. Spezialgebietes zu geben im Stande sind, und eventl. die Ausfüllung von Lücken durch Heranziehung fehlender Firmen und Apparate zu erstreben; 2. diejenigen Instrumente namhaft zu machen, welche von staatlichen Instituten oder grösseren Betrieben in der oben angegebenen Form zu entleihen wären; 3. die eingereichten Gegenstände daraufhin zu prüfen, ob sie zuzulassen sind. Es wurde als zweckmässig erachtet, in diese Ausschüsse nur Gelehrte zu entsenden, um die Aussteller der Beurtheilung von Konkurrenten zu entziehen; nur in einem Falle ist hiervon abgegangen worden, jedoch handelt es sich um eine Autorität auf dem betr. Gebiete und einen Praktiker, der seine Werkstatt aufgegeben hat. (Redner verliest darauf die Namen der einzelnen Gruppen und der Mitglieder der zugehörigen Ausschüsse.) Die in Aussicht genommenen Herren haben sich auf Anfrage bereit erklärt, in die Ausschüsse einzutreten; nur wenige Antworten stehen noch aus.

Nach Mittheilungen des Herrn Reichskommissars wird die Ausstellung auf demselben Platze wie die letzte Pariser Weltausstellung 1889 in der Zeit vom 15. April bis 5. November 1900 stattfinden; obschon somit bei weitem nicht soviel Areal zu Gebote steht als 1893 in Chicago, werde doch der Kollektivausstellung für Präzisionsmechanik voraussichtlich ebensoviel Flächenraum wie in Chicago reservirt werden können, rd. 500 qm. Platzmiethe werde nicht erhoben werden, ebensowenig Kraftmiethe, nur die Kosten der Anschlüsse würden von den Ausstellern zu tragen sein; die Frachtkosten würden sich auf die Hälfte ermässigen.

Dem Mechanikertag schlägt der Vortragende vor, in seiner heutigen Sitzung, z… der auch diejenigen ausserhalb der D. G. stehenden Firmen geladen worden sind, welche sich zur Theilnahme an der Weltausstellung bereit erklärt haben, zu beschliessen, dass er

1. mit den vom Vorstande gethanen Schritten einverstanden ist und ihn zu etwaigem weiteren Vorgehen ermächtigt;
2. die mitgetheilte Eintheilung der Ausstellung und die Wahl der Ausschussmitglieder billigt — vorbehaltlich weiterer Ergänzungen, wie eine solche z. B. bereits von einem Mitgliede des Ausschusses angeregt worden ist;
3. zur Wahl der mit den Arbeiten für den Katalog, den Transport, die Aufstellung u. s. w. zu betrauenden Personen den Vorstang ermächtigt.

Der unter 3. vorgeschlagene Weg empfiehlt sich schon aus dem Grunde, weil sich heut noch gar nicht der Umfang und die Art der betr. Arbeiten übersehen lässt.

Der Vorsitzende weist darauf hin, wie wichtig es für die D. G. sei, in einem solchen Falle die ihr angetragene Vertretung der deutschen Präzisionsmechanik zu übernehmen; naturgemäss dürften finanzielle Verpflichtungen grösseren Umfanges dem Vereine daraus nicht erwachsen.

Nach kurzer Diskussion werden die Vorschläge des Referenten angenommen.

III. Herr B. Pensky spricht über das *Handelsmuseum in Philadelphia*.

Die Philadelphia-Museen sind auf Beschluss der Stadtverordneten von Philadelphia ins Leben gerufen worden; die Idee der Gründung dürfte auf dem Boden der Weltausstellung von Chicago erwachsen sein, da es nahe lag, eine Reihe von Ausstellungsgegenständen, vornehmlich diejenigen, welche einen Kaufwerth nicht hatten, dauernd für Amerika zu erhalten und nutzbar zu machen. Dem Museum steht z. Z. eine Fläche von 180 *a* zur Verfügung, wobei noch — in echt amerikanischer Weise — auf etwaige Vergrösserung bis zum Doppelten Bedacht genommen ist; bis jetzt sind etwa 300000 *M.* aufgewendet worden. Das Museum führt Rohprodukte (bereits 60000 Nummern), Halb- und Ganzfabrikate aus allen Ländern der Erde, geordnet nach dem Erzeugungsorte, der Art der Produkte und den Absatzgebieten, vor; es enthält eine Prüfungsanstalt, ein Auskunftsbureau und eine Handelsbibliothek. Es versteht sich von selbst, dass das Institut lediglich zur Förderung amerikanischer Interessen bestimmt ist; aber wir sollten uns die Frage vorlegen, in wie weit wir aus demselben Nutzen ziehen können. Es wird keinem Mechaniker einfallen seine Erzeugnisse kostenfrei zur Verfügung zu stellen; aber es wäre wohl zweckmässig, das Institut durch Ueberlassung geeigneter Publikationen, z. B. des Vereinsblattes, zu unterstützen; wir können ferner aus der Energie und Munifizenz, mit welcher in Amerika derartige Unternehmungen ins Werk gesetzt werden, Vieles lernen und sollten die Entwickelung und Wirksamkeit des Handelsmuseums in Philadelphia aufmerksam verfolgen.

Herr Prof. Dr. A. Westphal verliest eine schriftliche Mittheilung, welche Herr Alfred Hirschmann an den Mechanikertag in dieser Sache gerichtet hat; den Inhalt derselben könne er aus eigenen Erkundigungen bestätigen:

Eine hochgestellte Persönlichkeit, die ihren Namen nicht genannt zu sehen wünsche, habe seine Vermuthung, dass es sich lediglich um Förderung der Nachbildung fremder Produkte handle, bestätigt. Ein Herr, der das Museum besucht habe, ein amerikanischer Vertreter deutscher Firmen, theilte mit, dass nicht einmal Name und Wohnort der Verfertiger der Gegenstände an denselben angegeben werden darf. Man solle sich daher hüten Instrumente kostenlos abzugeben, sondern es den Amerikanern überlassen, sich solche zu kaufen.

Herr Georg Hirschmann räth, durch eventuellen Besuch des Museums Nutzen für die eigene Fabrikation zu ziehen.

IV. Herr P. Hosemann spricht über *Unfallverhütung in mechanischen und optischen Werkstätten*[1]).

Der Vortragende leitet seine Berechtigung zu einem Vortrage über dieses Thema aus der Art seiner Thätigkeit her, da er als Beauftragter der Berufsgenossenschaft für Feinmechanik in sämmtliche einschlägige Betriebe des Reiches komme. Sodann wird der Umfang der durch die Berufsgenossenschaft herbeigeführten Versicherung erläutert, und endlich werden eine grosse Reihe von Unfallursachen und -verhütungsvorrichtungen besprochen; zum Schluss wird hierbei der Werth der Schutzbrillen, für welche jetzt ein Preisausschreiben erlassen ist, erörtert.

Herr O. Günther-Rathenow bezweifelt die Zweckmässigkeit des Preisausschreibens; man müsse für jede Arbeit einer anderen Brille den Vorzug geben.

Herr W. Handke glaubt, dass man trotzdem werde eine Brille ausfindig machen können, die im allgemeinen Durchschnitt für die meisten Arbeiten empfehlenswerth sei.

---

[1]) Der Vortrag, der sich wegen der vielen Einzelheiten, die er enthält, nicht gut im Auszug wiedergeben lässt, wird demnächst ausführlich im Vereinsblatte veröffentlicht werden.

V. Herr W. Handke berichtet an Stelle des am Erscheinen verhinderten Herrn P. Görs unter Vorlegung von Probestücken über die *Anwendung des Karborundums in feinmechanischen Werkstätten.*

Im Zwgv. Berlin ist man der in Rede stehenden Frage näher getreten, angeregt durch eine ausführliche Beschreibung der Herstellung und der Eigenschaften des Karborundums von Hrn. Dr. H. Schroeder im *Vereinsblatt 1897. S. 1.* Man verschaffte sich Proben des Materials und führte damit eine Reihe von Versuchen aus; das Ergebniss war sehr zufriedenstellend, und es scheint in der That sich um ein Material zu handeln, das einer ausgedehnten Verwendung in unseren Betrieben fähig ist. Das Karborundum wird als Pulver, in der Form von Karborundpapieren verschiedenster Korngrösse, von Feilen und von Schleifscheiben in den Handel gebracht. Es greift glasharte Feilen leicht an; Karborund-Dreikantfeilen lassen sich zur Schärfung von Sägen benutzen, -Schleifscheiben zum Poliren harten Stahls unter Verwendung von Oel und zum Bearbeiten harter Gussstücke; wenn sich dabei die Karborundumfeilen oder -scheiben verschmieren, so können sie durch einige Tropfen Salpetersäure leicht wieder gereinigt werden. Auch zur Bearbeitung von Halbedelsteinen, z. B. Achat, Doppelspath u. s. w., ist das Material sehr geeignet, da es sie bei weitem schneller angreift als der beste Schmirgel; mit diesem zusammen darf es nicht gebraucht werden, ebensowenig in Fällen, wo Diamantstaub angewandt werden muss.

VIa. Herr A. Blaschke referirt über die *Berichte der Handelskammern und Konsulate des letzten Jahres.*

Es ist bedauerlich, wenn auch leicht erklärlich, dass das umfangreiche gedruckte Material über Deutschlands Innen- und Aussenhandel gerade über die Verhältnisse der feinmechanischen Betriebe so gut wie nichts enthält. Unter den mehr als 100 Berichten von Handelskammern u. s. w., die der Vortragende durchgesehen hat, geben nur etwa fünf ganz kurze und unzureichende Mittheilungen, die sich auf die Präzisionstechnik beziehen; sogar aus Bezirken, die bekanntermaassen Mittelpunkte für Spezialfabrikationen sind, z. B. Rathenow (optische Waaren), Fürth (Reisszeuge und Brillen), fehlt jede Angabe. Der Grund dieser Erscheinung ist wohl darin zu suchen, dass sich der Vertrieb der mechanischen und optischen Erzeugnisse nicht so unter den Augen der Oeffentlichkeit abspielt, wie dies bei anderen Fabrikationen der Fall ist, sowie darin, dass die Mechaniker eine, wie Vortragender glaubt, unberechtigte Zurückhaltung gegenüber den Anfragen der Handelskammern üben, was der Referent selbst vor einiger Zeit erfahren hat. In dieser Richtung reformirend vorzugehen, wird eine Aufgabe der D. G. f. M. u. O. sein; den Bemühungen kann der Erfolg nicht fehlen, wenn man sieht, welchen Nutzen verwandte Industrien aus der offenen und doch diskreten Darlegung ihrer Fabrikations- und Handelsverhältnisse ziehen. Auch die Konsulate haben bis jetzt der Feinmechanik, vielleicht mit einziger Ausnahme des Chicagoer Konsulats, keine Aufmerksamkeit gewidmet. Der Vorstand hat, um hierin eine Besserung herbeizuführen, auf Anregung von Hr. B. Pensky es für zweckmässig erachtet, dass der Mechanikertag sich mit einer Eingabe an das Reichskanzleramt wende, in der diese Behörde unter Darlegung der einschlägigen Verhältnisse gebeten wird, die ihr unterstellten Konsulate auf die Wichtigkeit des Exports präzisionsmechanischer Artikel hinzuweisen; der Vorstand erbittet hierzu die Ermächtigung des Mechanikertages.

Die Versammlung beschliesst in diesem Sinne.

VIb. Herr A. Blaschke berichtet über die *wichtigsten Patente des letzten Jahres.*

Als der Vorstand den Referenten mit der Berichterstattung über die wichtigsten Patente des letzten Jahres beauftragte, verfolgte er den Zweck, den Mitgliedern der D. G. eine nach sachlichen Gesichtspunkten geordnete Zusammenfassung und Auswahl aus dem in Rede stehenden Gebiete zu verschaffen, während die Berichterstattung im Vereinsblatte naturgemäss von dem rein äusserlichen Momente des Zeitpunktes der Patentanmeldung oder -ertheilung abhängig ist. Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, wäre es nothwendig gewesen, den Theilnehmern des Mechanikertages Figuren zu den zu erörternden Patenten in die Hand zu geben; dazu reichte aber, da der Auftrag im Juli ertheilt wurde, die Zeit nicht mehr aus. Es muss daher eine Berichterstattung in dem angedeuteten Sinne für die nächsten Mechanikertage verschoben werden; heut will Referent nur die wichtigsten Gebiete hervorheben, auf denen sich die Thätigkeit der Erfinder im letzten

Jahre bewegt hat: Entsprechend der intensiven Entwickelung der Elektrotechnik nehmen die Patente dieses Zweiges der Feinmechanik (Klasse 21) den breitesten Raum ein; unter ihnen treten deutlich die Erfindungen und Verbesserungen von Elektrizitätszählern hervor, bei welchen die bedeutendsten Firmen betheiligt sind; seltener sind neue elektrische Kraftmaschinen, ganz selten erfreulicher Weise die früher so beliebten Trockenelemente. In der Klasse 42, „Instrumente", sind zwei Arten von Apparaten besonders vertreten, die Distanzmesser, bei denen jedoch bis auf eine Ausnahme immer noch unzweckmässiger Weise mit einer am Beobachtungsort festzulegenden Grundlinie operirt wird, und fernzeigende Kompasse, eine Folge des vor einiger Zeit vom Reichsmarineamt erlassenen Ausschreibens, das bekanntlich zu einem brauchbaren Ergebniss nicht geführt hat; dazu treten Fernrohre mit veränderlicher Vergrösserung, mit bildaufrichtenden Einrichtungen u. s. w. Auf dem Gebiete der Werkzeugmaschinen und der Werkzeuge lassen sich bestimmte Richtungen der Erfindungsthätigkeit nicht erkennen. Auffällig ist die grosse Zahl von Patenten auf Reisszeugdetails, Kurvenzeichner u. dgl., da bei ihrer Verwerthung ein finanzieller Erfolg unwahrscheinlich sein dürfte.

Schluss der Sitzung: $1^1/_2$ Uhr.

II. Sitzung vom 18. September; 10 Uhr Vormittags im Wilhelmsgarten.

Tagesordnung:

1. Herr Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. W. Foerster: Mittheilungen über die neuesten Arbeiten des Internationalen Maass- und Gewichts-Institutes.
2. Herr B. Pensky: Ueber Versuche zur Herstellung feiner Theilflächen für Maassstäbe auf der Kais. Normal-Aichungs-Kommission.
3. Herr Dr. F. Göpel: Längenmessungen in der Werkstatt vom Standpunkte der Prüfungsthätigkeit der Phys.-Techn. Reichsanstalt.
4. Herr Ingenieur Kahle: Instrumente für topographische Aufnahmen im Hochgebirge mit besonderer Berücksichtigung der Photogrammetrie.
5. Herr B. Pensky: Bericht der Rohrkommission und Vorlegung der neuen Rohre.
6. Vorlegung der Abrechnung für das Jahr 1896/97; Bericht der Revisoren.
7. Vorlegung des Haushaltplanes für 1897/98.
8. Wahlen zum Vorstand (auf Grund von § 10a der Satzungen).
9. Wahl zweier Revisoren.
10. Festsetzung bez. des nächsten Mechanikertages.

Der Vorsitzende eröffnet die Sitzung mit einigen geschäftlichen Mittheilungen und einer Begrüssung des inzwischen eingetroffenen Vertreters des Deutschen Geometervereins, Herrn Prof. Dr. W. Jordan.

I. Herr Geh. Reg.-Rath Prof. Dr. W. Foerster spricht über die *neuesten Arbeiten des Internationalen Maass- und Gewichts-Institutes*[1]).

Die internationale Maass- und Gewichtsorganisation datirt von der Unterzeichnung des Meter-Vertrages am 20. Mai 1875, dem sich bis jetzt etwa 20 Staaten angeschlossen haben. Alle 6 Jahre, zuletzt 1895, treten die Delegirten dieser Staaten, die sog. General-Konferenz, zusammen; diese wählt das „Internationale Komitee" von 14 Mitgliedern, welche somit nicht Vertreter von Staaten und in Folge dessen unbeengt durch Rücksichten nicht fachlicher Natur sind; dieses Komitee hatte die Aufgabe, ein „Bureau", richtiger wohl Institut zu nennen, zu begründen und von demselben die zur Einführung und Wahrung des Metersystems nothwendigen wissenschaftlichen Arbeiten unter seiner Leitung ausführen

[1]) Ausführliche Wiedergabe dieses Vortrages s. in *Vereinsblatt 1897. S. 161 u. 169.*

zu lassen. Das Budget dieses Bureaus betrug 10 Jahre lang 100 000 *fr.* und alsdann 7 Jahre lang 75 000 *fr.*; die gesammten Kosten werden auf die Vertragsstaaten nach der Bevölkerungszahl und dem Maasse der Benützung des Metersystems vertheilt. Das Bureau hat zunächst neue Prototype des Meter und des Kilogramm geschaffen, welche an die Vertragsstaaten vertheilt wurden. Alsdann musste versucht werden, einen Anschluss an natürliche Maasse zu erlangen, um etwaige gleichgerichtete Aenderungen dieser Prototype ermitteln zu können. Als der nordamerikanische Physiker Michelson 1889 die Möglichkeit nachwies, die Meterlänge mit Lichtwellenlängen zu vergleichen, trat das Internationale Institut der Durchführung dieser Aufgabe näher, und es gelang in der That Michelson und Benoît sie mit einer ausserordentlichen Genauigkeit zu lösen, wodurch eine säkulare Kontrole der Meterlänge gewährleistet ist. Im Anschluss hieran wurde das Verhältniss des Liter zum Kubikdezimeter untersucht; dabei fand sich, dass, wie man schon lange Zeit vermuthete, das Liter grösser ist als das Kubikdezimeter und zwar um etwa 1/10000 seines Werthes; da dieses Ergebniss demnächst noch erheblich verbessert werden wird, so eröffnet sich die Möglichkeit, das Kilogramm an das Meter und somit an Lichtwellenlängen genau genug anzuschliessen, um auch die Prototype für die Einheit der Masse auf säkulare Aenderungen beurtheilen zu können. Der Anschluss der Längenmaasse an Lichtwellenlängen bot sodann den Vortheil, kleinere Maassgrössen, wie das Zentimeter und Millimeter, mit einer bisher nicht erreichten, aber höchst erwünschten Genauigkeit zu bestimmen und Normale hierfür auszugeben. Bei Untersuchungen über ein für diese Maasse geeignetes Material entdeckte der Assistent des Instituts Hr. Dr. Guillaume ein äusserst merkwürdiges Verhalten von Nickel-Stahl-Legirungen bei der Ausdehnung durch die Wärme; mit zunehmendem Nickelgehalt steigt nämlich der Ausdehnungskoëffizient, sinkt dann bis auf 0,88 bei 36% Nickel und steigt von da wieder. Diese Legirungen von kleinster Ausdehnung werden voraussichtlich hohe Bedeutung für wissenschaftliche und technische Anwendungen erlangen (ein kleiner Maassstab aus diesem Material lag zur Ansicht unter einem Mikroskope aus); gegenwärtig werden im Internationalen Institut die Erscheinungen thermischer Nachwirkung bei diesen Legirungen untersucht. Der Bezug derselben wird trotz des darauf ruhenden Patentes für die Wissenschaft und die wissenschaftlichen Mittelpunkte der Technik sehr erleichtert sein. Der Vortragende schliesst mit einem Hinweis darauf, dass die Befürchtung, ein derartiges Institut werde durch Zentralisation wissenschaftlicher Untersuchungen eher schädlich als förderlich wirken, durch die Thatsachen widerlegt worden ist.

II. Im Anschluss hieran macht Herr B. Pensky Mittheilung über *Versuche zur Herstellung feiner Theilflächen für Maassstäbe auf der Kais. Normal-Aichungs-Kommission.*

Zur Beseitigung der zahlreichen Uebelstände, welche mit der Verwendung weicher Metalle, wie Silber, für die Aufnahme feiner Theilungen verbunden sind, hat Redner an der Kaiserl. Normal-Aichungs-Kommission Versuche zur Herstellung von Theilflächen, die für die Auftragung feinster Theilstriche geeignet sind, gemacht. Ausgehend von der Erfahrung, dass galvanisch niedergeschlagenes Nickel eine grosse Härte hat, gelang es nach mehreren vergeblichen Versuchen einen stählernen Maassstab von 10 *cm* Länge mit so starker, voraussichtlich dauerhafter Vernickelung zu erhalten, dass die mit dem Diamant aufgetragenen Striche die Nickelschicht nicht durchbrechen. Die Feinheit und Form der Striche und das Aussehen der Theilfläche genügt, wie die ausliegende Skala beweist, den strengsten Anforderungen.

III. Herr Dr. F. Göpel spricht über *Längenmessungen in der Werkstatt vom Standpunkte der Prüfungsthätigkeit der Phys.-Techn. Reichsanstalt*[1]).

Der Vortragende betont zunächst, dass ein metrischer Maasskörper nur dann als „richtig“ bezeichnet werden darf, wenn er bei der Normaltemperatur des metrischen Maasses von 0° diejenige Länge besitzt, welche er als Benennung trägt. Es ist nicht möglich, sich von dem Einfluss der Temperatur unabhängig zu machen etwa durch Einführung von Normalen, welche bei einer der üblichen Gebrauchstemperaturen richtig wären. Hieraus ergiebt sich, dass in der Werkstattpraxis mehr als bisher vielfach üblich ist, Gewicht gelegt werden muss auf eine Abgleichung der Temperatur zweier auf einander zu beziehender

[1]) Ausführliche Wiedergabe dieses Vortrages s. *Vereinsblatt 1897. S. 145 u. 153.*

Maasse. Wenn die Temperatur des Werkstücks und die des Normals als um 10° *C.* von einander abweichend angenommen werden und eine Genauigkeit von 0,005 *mm* verlangt wird, so ist bei Stahl (Ausdehnungskoëffizient $\varepsilon = 11$) bis zu 45 *mm*, bei Messing ($\varepsilon = 18,5$) bis zu 27 *mm* Länge eine besondere Vorsicht nicht nöthig; um bei grösseren Längen oder bei höheren Anforderungen an die Genauigkeit die gewünschte Uebereinstimmung der Temperatur zu erlangen, empfiehlt es sich, die Körper auf starke metallische Unterlagen für längere Zeit zu betten, oder wie in der Reichsanstalt üblich, in kompakte, leicht herstellbare Hohlformen aus Letternmetall. Aus diesem Gesichtspunkte sind die oft angewandten Umhüllungen aus schlechten Wärmeleitern zu verwerfen; auch soll man bei Endmaassen mehr auf grosse Masse bei kleiner Oberfläche als auf biegungsfreie Form achten. Um die nach dem Härten eintretenden Verkürzungen unschädlich zu machen, empfiehlt es sich, die Endmaasse, wenn überhaupt, nur an den Endflächen zu härten. Der Vortragende beschreibt im Anschluss hieran eine Verbesserung an einer Vorrichtung zur Erzielung paralleler Endflächen. Bei Strichmaassen ist auf sorgfältige Herstellung der Theilstriche, sowie bei grösseren Längen auf starre, biegungsfreie Form zu achten.

Bei der Besprechung der Messwerkzeuge hebt der Vortragende die erhebliche Genauigkeit hervor, die mit den guten, auch in Deutschland hergestellten Schraubmikrometern zu erzielen ist (etwa 0,003 *mm*), und giebt die Mittel zu deren Untersuchungen an. Wenn die Werkstatt mehrere gut bestimmte Endmaasse besitzt, so empfiehlt es sich, die abzugleichenden Stücke an das nächstliegende Endmaass anzuschliessen. Geringer ist die mit sog. Dosenmikrometern zu erzielende Genauigkeit; bei diesen wird manchmal die Ablesungsgenauigkeit in irreführender Weise übertrieben. Zum Schluss spricht der Vortragende noch über die zweckmässigste Form von Leitspindelkopien behufs Prüfung der Schraubenspindeln, sowie über einen Apparat zur Messung geringer Tiefen, z. B. bei Gewinden.

IV. Herr Kahle demonstrirt zwei *Phototheodolite* aus der Werkstatt von O. Günther-Braunschweig, konstruirt von Prof. Koppe, welche die bisher an den photographischen Platten nöthigen umfangreichen Ausmessungen von Längen überflüssig machen, indem sie statt dessen direkte Winkelmessungen erlauben.

Der Vorsitzende lässt wegen der vorgerückten Zeit nunmehr die Stimmzettel für die Vorstandswahl vertheilen und ernennt zu Zählern die Herren G. Hechelmann und E. Zimmermann.

V. Hierauf verliesst Herr B. Pensky den

Bericht der Rohrkommission über ihre Thätigkeit im Jahre 1896/97.

In dem Berichte, welcher namens der Rohrkommisson im vorigen Jahre dem Mechanikertage in Berlin erstattet wurde, sind die Gründe erörtert worden, welche damals zur Aufstellung der nachstehenden Reihe der „üblichen“ Präzisionsrohre nach metrischem Maass zum Gebrauch in mechanisch-optischen Werkstätten geführt hatten. *(S. die umstehende Tabelle.)*

Diese Reihe, vom Zentimeter als Dornstärke ausgehend und um je 1,5 *mm* bis 46 *mm* fortschreitend, erschien geeignet, den regelmässigen Bedürfnissen der Mehrzahl der optisch-mechanischen Werkstätten nach eigentlichen Präzisionsrohren zu genügen. Es erschien unmöglich, eine gleichmässig fortlaufende Rohrreihe zu finden und zu verkörpern, welche *allen* innerhalb der Präzisionstechnik auftretenden Bedürfnissen entspricht und zugleich die Vortheile bietet, welche eben von der Rohr-Einigung erwartet werden.

Für diejenigen Theilnehmer am gegenwärtigen Mechanikertage, welche der Angelegenheit bisher fern standen, sei hier kurz erwähnt, dass diese Vortheile vornehmlich darin gesucht werden, dass die der angenommenen Reihe angehörenden Präzisionsrohre in stets gleichen Dornstärken und gleich guter Qualität von den in Betracht kommenden Rohrfirmen am Lager gehalten werden. Dadurch wird zunächst der Bezug dieser Rohre ganz wesentlich beschleunigt; die Sicherung stets gleicher Dornstärken bei Rohren, die aus verschiedenen Lieferungen stammen, erleichtert die Herstellung vorräthiger Theile. Beides sind Vortheile, welche für die der deutschen Mechanik vielfach so nothwendige Verkürzung der Lieferfristen von wesentlicher Bedeutung sind, und es mag hier besonders hervorgehoben werden, dass diese Vortheile in erster Linie den mittleren und kleineren Werkstätten zu Gute kommen müssen, deren Bezüge nicht regelmässig fortlaufend sind und nicht nach Hunderten von Kilogrammen zählen, wie die der grossen Werkstätten.

Tabelle der „üblichen" Präzisionsrohre nach metrischem Maass für den Gebrauch in mechanisch-optischen Werkstätten.

Nummer	A. *Rohre mit einer Wandstärke von 0.75 mm, bei welchen nach geringem Ueberpoliren sich das jeweilig dünnere Rohr in das nächstfolgend stärkere gut passend einschieben soll:*			B. *Rohre, bei welchen mit zunehmendem Durchmesser die Wandstärke wächst, und welche nach Bearbeitung durch Ueberdrehen auf das Maass des nächst vorhergehenden Rohres gebracht und für dieses passend gemacht werden können:*			
	Bezeichnung	Aussenmaass	Innenmaass	Bezeichnung	Aussenmaass	Innenmaass	Wandstärke
1.	1/100 *A.*	11,5 *mm*	10,0 *mm*	1/100 *B.*	11,7 *mm*	10,0 *mm*	0,85 *mm*
2.	2/115 *A*	13,0 -	11,5 -	2/115 *B*	13,2 -	11.5 -	0,85 -
3.	3/130 *A.*	14,5 -	13,0 -	3/130 *B.*	14,7 -	13,0 -	0,85 -
4.	4/145 *A.*	16,0 -	14,5 -	4/145 *B.*	16,2 -	14,5 -	0,85 -
5.	5/160 *A.*	17.5 -	16,0 -	5/160 *B*	17,7 -	16,0 -	0.85 -
6.	6/175 *A.*	19,0 -	17,5 -	6/175 *B.*	19,2 -	17,5 -	0.85 -
7.	7/190 *A.*	20,5 -	19,0 -	7/190 *B.*	20,7 -	19,0 -	0,85 -
8.	8/205 *A.*	22,0 -	20,5 -	8/205 *B.*	22,2 -	20,5 -	0.85 -
9.	9/220 *A.*	23,5 -	22,0 -	9/220 *B.*	23,7 -	22,0 -	0,85 -
10.	10/235 *A*	25,0 -	23,5 -	10/235 *B*	25,2 -	23,5 -	0,85 -
11.	11/250 *A.*	26,5 -	25,0 -	11/250 *B.*	26,8 -	25,0 -	0,9 -
12.	12/265 *A.*	28,0 -	26,5 -	12/265 *B.*	28,3 -	26,5 -	0,9 -
13.	13/280 *A.*	29,5 -	28,0 -	13/280 *B.*	29,8 -	28,0 -	0,9 -
14.	14/295 *A*	31,0 -	29,5 -	14/295 *B*	31,3 -	29,5 -	0,9 -
15.	15/310 *A.*	32,5 -	31,0 -	15/310 *B.*	32,8 -	31,0 -	0.9 -
16.	16/325 *A.*	34,0 -	32,5 -	16/325 *B*	34,3 -	32,5 -	0,9 -
17.	17/340 *A.*	35,5 -	34,0 -	17/340 *B.*	35,8 -	34,0 -	0,9 -
18.	18/355 *A.*	37,0 -	35,5 -	18/355 *B.*	37,3 -	35,5 -	0,9 -
19.	19/370 *A*	38,5 -	37,0 -	19/370 *B.*	38,8 -	37,0 -	0,9 -
20.	20/385 *A*	40,0 -	38,5 -	20/385 *B.*	40,3 -	38,5 -	0,9 -
21.	21/400 *A*	41,5 -	40,0 -	21/400 *B.*	41,9 -	40,0 -	0,95 -
22.	22/415 *A*	43,0 -	41,5 -	22/415 *B.*	43,4 -	41,5 -	0,95 -
23.	23/430 *A.*	44,5 -	43,0 -	23/430 *B.*	44,9 -	43,0 -	0,95 -
24.	24/445 *A.*	46,0 -	44,5 -	24/445 *B.*	46,4 -	44,5 -	0,95 -
25.	25/460 *A.*	47,5 -	46,0 -	25/460 *B.*	47,9 -	46,0 -	0,95 -

Die Aufgabe der Rohrkommission war es hiernach zunächst, die Verkörperung der von ihr aufgestellten obigen Reihe in die Wege zu leiten und die Mittel ausfindig zu machen, durch welche die Einhaltung der einmal festgestellten Dornstärken seitens der Rohrlieferanten innerhalb der durch die Fabrikation bedingten Fehlergrenzen gesichert und die Kontrole, ob gelieferte Rohre diese Fehlergrenzen einhalten, den Abnehmern derselben erleichtert wird. Die Feststellung der Fehlergrenzen und die Vorsorge für geeignete Kontrolmittel war erforderlich, um der allmählichen Entartung der einmal hergestellten Rohrreihe vorzubeugen.

In Bezug auf die *Verkörperung der Rohrreihe* ist die Firma Wieland & Co. in Ulm, von deren Rohren Herr Ernst Kallenbach, in Firma Max Cochius (Berlin S., Ritterstr. 113) den Alleinverkauf hat und ein bedeutendes Lager hält, der Rohrkommission in dankenswerther Weise entgegengekommen und hat es ermöglicht, dass wir Ihnen heute hier bereits ein Sortiment dieser Rohre vorlegen können. Die Firma Wieland & Co. ist am Werke, ihre Dorne, welche bisher zwar sehr zahlreich, aber von Fall zu Fall hergestellt und daher nicht gleichmässig abgestuft waren, durch eine neue nach metrischem Maass abgestufte Reihe zu ersetzen und zwar wird die neue Dornreihe fortschreiten

zwischen den Dornstärken 15 und 100 *mm* um je 0,5 *mm*
- - - 100 - 150 - - - 1 -
- - - 150 - 200 - - - 2,5 -
- - - 200 - 360 - - - 5 -

Wie man sieht, würde auch diese Dornreihe mit ihren engen Abstufungen, deren Herstellung ein nicht unerhebliches Kapital erfordert, nicht *alle* Bedürfnisse der Feinmechanik be-

friedigen, denn die für einzelne Mikroskopwerkstätten z. Z. unentbehrlichen Dornstärken 21,75 23,25 und 27,25 *mm* fehlen auch hier. Diese Dornreihe enthält aber schon alle Dorne unserer Reihe, und für die letzteren und ihre Verwendung hat die Rohrkommission mit der Firma Vereinbarungen über die Fehlergrenzen getroffen.

Die Firma Richard Herbig & Co. in Berlin hat Herrn Th. Ludewig eine Anzahl Rohre eingesandt, welche Nummern der obigen Reihe entsprechen sollen. Dieselben liegen hier aus.

Die Firma Rob. Eichen Nachf. (Fritz Lotz & Co.) in Berlin, welche im Kleinbetriebe eine von vielen Werkstattsinhabern sehr geschätzte Qualität von Präzisionsrohren aus Blech mit Lothnaht herstellt, hat sich bereit erklärt, nach endgültiger Annahme der obigen Reihe durch den Mechanikertag als Reihe der „üblichen" Rohre mit der Herstellung genauer Dorne nach dieser Reihe vorzugehen und die gestellten Anforderungen bezüglich der Fehlergrenzen zu erfüllen. Mit Rücksicht darauf, dass die Rohre dieser Firma sich durch so vollkommen gleiche Wandstärke an allen Stellen, wie sie bei Rohren ohne Naht nicht immer erreicht wird, sowie durch geringe Spannung auszeichnen, ist der Entschluss der Firma, für die neuen Dorne nicht unerhebliche Aufwendungen zu machen, sehr erfreulich; denn man könnte es nicht als einen Vorzug ansehen, wenn durch die Anforderungen, welche die Beschaffung neuer Dorne an die Fabrikanten von Rohren stellt, die Herstellung guter Rohre auf eine einzige, wenn auch noch so bedeutende Firma beschränkt und so allmählich monopolisirt würde.

Aus dem gleichen Gesichtspunkte, dass eine lebhafte Konkurrenz die Leistungen zu steigern pflegt, ist es erfreulich, dass die Firma Neue Berliner Messingwerke ein Interesse an der Herstellung von Präzisionsrohren nach metrischem Maasse, welche obiger Reihe entsprechen, bekundet hat. Die diesbezüglichen mündlichen und schriftlichen Verhandlungen haben indessen zur Herstellung von Rohren dieser Reihe durch die Firma noch nicht geführt. Vielmehr wurde von der Firma als empfehlenswerth bezeichnet, dass der Mechanikertag beschliesse, einen ganzen Satz Dorne auf eigene Kosten anfertigen zu lassen, sowie sämmtliche Lehren und Mandrills, diesen ersten Satz der Fabrik zu übergeben, um zu sehen, wie lange ein Dorn das gleiche Maass behält, d. h. wieviel Meter im Durchschnitt ein Dorn liefert, um danach den Preis der Rohre zu berechnen. Die Rohrkommission hat geglaubt, diesen Vorschlag dem Mechanikertage unterbreiten zu sollen, ohne ihn jedoch zur Annahme zu empfehlen, welche sich schon durch die erheblichen Kosten von selbst verbieten dürfte.

Bezüglich der *Genauigkeit*, mit welcher sich die Präzisionsrohre obiger Reihe dauernd herstellen lassen, haben eingehende Besprechungen und Verhandlungen stattgefunden, um zu zahlenmässigen Festsetzungen über die Fehlergrenzen zu gelangen. Wir haben dabei unter Grenze der *Genauigkeit* der Rohre die Abweichung verstanden, welche die Weiten von zwei zu verschiedenen Zeiten oder von verschiedenen Fabriken gelieferten Rohrstücken von einander höchstens haben dürfen. Die Erzielung gleicher Rohrweiten unter Verwendung derselben Dorne hängt in gewissem Grade von der Gleichmässigkeit der Zusammensetzung und Vorbehandlung des Rohrmaterials ab und ist soweit Sache einer geeigneten Betriebsführung. Der Kommission erschien es daher in erster Linie nothwendig, die möglichste Uebereinstimmung der neu herzustellenden Dorne der verschiedenen Rohrfabrikanten sowohl unter einander als auch mit den Normalstärken anzustreben und zu sichern. Nach den hierüber geführten Verhandlungen ist als *Fehlergrenze für die Dorne* ± 0,05 *mm* festgestellt worden, wobei unter Fehlergrenze die zulässige Abweichung von der Normalstärke verstanden wird. Ausgehend von der Erfahrung, dass die Dorne durch den Gebrauch lediglich eine allmähliche Verringerung ihres Durchmessers erfahren, soll bei neuen Dornen eine Abweichung von der Normalstärke nahezu um die Fehlergrenze im *positiven* Sinne angestrebt werden. Die Dorne müssen durch neue ersetzt werden, sobald sie durch den fortgesetzten Gebrauch an irgend einer Stelle um die Fehlergrenze schwächer geworden sind als die Normalstärke. Bei einer *Fehlergrenze* von ± 0,05 *mm* würde dann beispielsweise ein Rohr Nr. 9 nie weiter als 22,05 *mm* und nie enger als 21,95 *mm* sein dürfen und die *Genauigkeit der Rohrweiten* betrüge in diesem Falle 0,1 *mm*.

Während einige Firmen (Rob. Eichen Nachf. [Lotz & Co.] und Neue Berl. Messingwerke) völlig zylindrische Dorne verwenden, benutzt die Ulmer Fabrik Dorne, welche bei einer Ziehlänge von 1000 *mm* einen Dickenunterschied von 0,04 bis 0,05 *mm* erhalten, um das Abziehen der Rohre zu erleichtern. Um diesen Betrag wird die Weite eines jeden Rohres an seinen beiden Enden verschieden und es betrüge unter Festhaltung einer Fehlergrenze für die mittlere Dornstärke von ± 0,05 die Genauigkeit der Rohrweiten alsdann 0,15 *mm*, d. h um diesen Betrag könnten zwei Rohrstücke derselben Nummer aus sehr verschiedenen Lieferungen von einander im Maximum abweichen. Die Rohrkommission hat die Firma bereits darauf hingewiesen, dass eine Verringerung der Maximalabweichungen erwünscht sei. Der Mechanikertag wird darüber

zu beschliessen haben, ob Abweichungen bis zu 0,15 *mm* noch zuzulassen oder ob die Maximalabweichung zwischen zwei Rohrstücken auf 0,1 *mm* festzusetzen ist. Durch eine solche Festsetzung könnte eine geringe Preiserhöhung für diese Rohre bedingt werden, da die Benutzungsdauer der Dorne dadurch verringert wird.

Bezüglich der ***Kontrolmittel*** haben die Verhandlungen ergeben, dass bei der Herstellung der Dorne zweckmässig von Lehrbolzen auszugehen ist, wie sie beispielsweise die Firma J. E. Reinecker in Chemnitz-Gablenz unter Kontrole durch ihre Messmaschine nach Normalbolzen herstellt, die von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt auf ihre Richtigkeit geprüft sind. Alsdann ermöglicht die Anwendung einer guten Schraublehre die Ermittelung der wirklichen Dornstärke bis auf wenige Tausendstelmillimeter. Die Firma J. E. Reinecker hat eine Anzahl solcher Lehrbolzen nach ganzen Millimeter freundlichst zur Verfügung gestellt und diese liegen hier aus. Die Preise für die den 25 Dornstärken der obigen Reihe entsprechenden Lehrbolzen würden folgende sein:

Stärke *mm*	Preis *M.*	Stärke *mm*	Preis *M.*	Stärke *mm*	Preis *M.*	Stärke *mm*	Preis *M.*	Stärke *mm*	Preis *M.*
10,0	6,80	17,5	9,00	25,0	11,00	32,5	13,50	40,0	15,80
11,5	7,30	19,0	9,30	26,5	11,70	34,0	13,85	41,5	16,75
13,0	7,50	20,5	10,10	28,0	12,00	35,5	14,50	43,0	17,15
14,5	8,00	22,0	10,25	29,5	12,50	37,0	14,80	44,5	18,00
16,0	8,40	23,5	10,70	31,0	12,90	38,5	15,40	46,0	18,40

Für die Kontrole der fertigen Rohre durch die Besteller würden ähnliche Werkzeuge dienen, welche ausser dem normalen Bolzen vom Durchmesser d noch je einen Bolzen von der Stärke $d + f$ und $d - f$ tragen (Ausführung *a*). Wo es sich lediglich um die Feststellung handelt, ob die Rohre innerhalb der Fehlergrenzen sind ohne Rücksicht auf den Sinn der Abweichung vom normalen Durchmesser, genügt ein Werkzeug, welches nur die Bolzenstärken $d + f$ und $d - f$ trägt (Ausführung *b*).

Von beiden Ausführungen hat die Firma J. E. Reinecker je ein Stück für die Normalstärke $d = 22$ *mm* und die Fehlergrenze $\pm$ 0,05 *mm* als Muster hergestellt und zur Vorlage auf dem Mechanikertag freundlichst zur Verfügung gestellt; diese Muster liegen hier aus. Die Preise für solche Kontrolwerkzeuge würden folgende sein:

Normalstärke *d*	Preis bei Ausführung		Normalstärke *d*	Preis bei Ausführung	
	a	*b*		*a*	*b*
mm	*M.*	*M.*	*mm*	*M.*	*M.*
10,0	11,75	10,25	29,5	22,00	19,00
11,5	12,30	10,80	31,0	22,50	19,50
13,0	12,70	11,20	32,5	23,50	20,50
14,5	13,50	12,00	34,0	24,00	21,00
16,0	14,50	12,50	35,5	25,50	22,00
17,5	15,50	13,50	37,0	26,50	22,50
19,0	16,00	14,00	38,5	27,50	23,50
20,5	17,00	15,00	40,0	28,00	24,00
22,0	18,00	15,50	41,5	29,00	24,50
23,5	18,50	16,00	43,0	30,00	25,50
25,0	19,00	16,50	44,5	31,00	27,00
26,5	19,50	17,50	46,0	32,00	27,50
28,0	21,00	18,00			

Die Anschaffungskosten für den ganzen Satz dieser Kontrolwerkzeuge sind demnach nicht unerheblich. Sie betragen für die Normalbolzen (d): 305,60 *M.*, für die Lehrbolzen ($d + f$) und ($d - f$): 459,25 *M.*, für die vollständigen Kontrolwerkzeuge (d), ($d + f$), ($d - f$): 530,75 *M.* Indessen wird in den meisten Werkstätten die Anschaffung einer geringen Zahl dieser Werkzeuge genügen für die Rohrstärken, für welche die jedesmalige Kontrole von besonderer Wichtigkeit ist. Im Allgemeinen dürfte es genügen, wenn die Rohrlieferanten sich im Besitz der Kontrolmittel befinden.

Bezüglich der *Bezeichnung* der Rohre der vorgeschlagenen Reihe empfiehlt die Rohrkommission, *einstweilen* die fortlaufenden Nummern mit nebengesetzter Benennung zu benutzen, sodass beispielsweise das Rohr mit der Dornstärke 20,5 *mm* und der Wandstärke 0,75 *mm* die Benennung erhielte 8/205A. Diese Bezeichnung würde sowohl die Stellung in der Rohrtabelle, als auch die Grösse des Rohres enthalten und erst später eine Vereinfachung durch Fortlassung des einen Theiles erfahren. Ergiebt die Praxis, dass die vorgeschlagene Reihe dem regelmässigen und üblichen Bedarf an eigentlichen Präzisionsrohren genügt, so würde man nur die Nummernbezeichnung beibehalten. Erweist es sich aber als zweckmässig und möglich, durch stellenweisen Ausbau dieser Reihe auch Spezialbedürfnissen, wie sie z. B. im Mikroskopenbau vorhanden sind, zu genügen, so würden lediglich die von den Dornstärken abgeleiteten Bezeichnungen beizubehalten sein.

Die Rohrkommission glaubt, durch Verkörperung und Vorlegung der Rohre der „Tabelle der „üblichen" Präzisionsrohre nach metrischem Maass für den Gebrauch in mechanisch-optischen Werkstätten" nach dem Vorschlage von 1896, durch Diskussion der an der Hand der Praxis festzusetzenden Fehlergrenzen und durch Vorlegung der Musterausführungen von Kontrolwerkzeugen den ihr gewordenen Auftrag soweit ausgeführt zu haben, als es ohne Mitwirkung und Beschlussfassung seitens des Mechanikertages möglich war.

Die Rohrkommission unterbreitet nunmehr dem Mechanikertage die folgenden Anträge zur gefälligen Beschlussfassung:

1. Der Mechanikertag genehmigt die Tabelle der „üblichen" Präzisionsrohre nach dem Vorschlage von 1896.
2. Der Mechanikertag richtet an die Fachgenossen das Ersuchen, sich vorzugsweise der Präzisionsrohre dieser Reihe zu bedienen, soweit nicht Spezialbedürfnisse Rohre von anderen Dimensionen dringend erfordern und ersucht den Vorstand, in geeigneter Weise in diesem Sinne zu wirken.
3. Der Mechanikertag genehmigt die Festsetzung einer Fehlergrenze von ± 0,05 *mm* und ersucht die Firma Wieland & Co., den durch Rücksichten auf die Fabrikation bedingten Dickenunterschied der Dorne an beiden Enden thunlichst zu vermindern, sodass diese Fehlergrenze auch für die verschiedensten Rohrabschnitte gültig bleibt.
4. Der Mechanikertag erklärt sich mit den vorgeschlagenen und in Musterausführungen vorgelegten Kontrolmitteln einverstanden und ersucht den Vorstand, der Firma J. E. Reinecker für ihr Entgegenkommen Dank zu sagen.
5. Der Mechanikertag lehnt den Vorschlag der Firma Neue Berliner Messingwerke auf Anschaffung einer Dornreihe auf seine Kosten und deren Hergabe an den Rohrfabrikanten ab mit dem Bemerken, dass es diesem zukommt, die erforderlichen Werkzeuge zu beschaffen.

Die Rohrkommission der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

I. A.: B. Pensky.

Die Versammlung stimmt nach kurzer Diskussion diesen Vorschlägen zu und beauftragt die bisherige Rohrkommission mit den weiteren Arbeiten.

VI. Der Schatzmeister, Herr W. Handke, legt die *Abrechnung* für 1896/97, welche gedruckt vertheilt wird, vor und erläutert dieselbe; auf Antrag der Kassenrevisoren Herren Fr. Franc v. Liechtenstein und G. Hirschmann wird dem Schatzmeister Entlastung ertheilt und für die ordnungsmässige Kassenführung Dank ausgesprochen.

VII. Der *Voranschlag* für 1897/98, der sich gleichfalls in den Händen der Mitglieder befindet, wird, nachdem der Schatzmeister die einzelnen Posten begründet hat, genehmigt.

VIII. Bei den *Wahlen zum Vorstande* sind 29 Stimmen, darunter 5 ungültige, abgegeben; von den 24 gültigen Stimmen entfallen auf die Herren: Prof. Dr. E. Abbe 23, Dr. H. Krüss 22, Prof. Dr. A. Westphal 22, L. Tesdorpf 21, Fr. v. Voigtländer 16, G. Kärger 11, Dr. R. Steinheil 11, W. Petzold 8, E. Hartmann 4, R. Fuess 2, J. Wanschaff 2, E. Zimmermann 2 Stimmen. Zwischen den Herren G. Kärger und Dr. R. Steinheil entscheidet das Loos zu Gunsten des erstgenannten, somit sind gewählt die Herren: Prof. Dr. E. Abbe, Dr. H. Krüss, Prof. Dr. A. Westphal, L. Tesdorpf, Fr. v. Voigtländer, G. Kärger.

IX. Zu *Kassenrevisoren* werden die Herren Fr. Franc v. Liechtenstein und G. Hirschmann durch Zuruf wiedergewählt.

X. Bei der *Festsetzung des nächsten Mechanikertages* entspinnt sich auf Anregung von Herrn G. Hirschmann eine längere Debatte über die Zweckmässigkeit der mit den Naturforscherversammlungen verbundenen Ausstellungen. Der Vorsitzende stellt fest, dass sich der Vorstand in diesem Jahre vollkommen neutral verhalten habe. Von anderer Seite wird betont, dass ein Eintreten für eine Ausstellung die D. G. in die Lage bringen könnte, für deren Erfolg verantwortlich gemacht zu werden; andererseits empfehle sich eine Stellungnahme gegen eine geplante Ausstellung nicht, weil keinem Mitglied, das ausstellen wolle, Schwierigkeiten von der Gesellschaft gemacht werden dürfen und weil bei dem aus anderen Gründen wünschenswerthen Anschluss des Mechanikertages an die Naturforscherversammlung gegenüber den Leitern der letztgenannten Veranstaltung möglich grosse Konzilianz geboten sei; Betheiligung oder Nichtbetheiligung sei in letzter Linie immer Sache des Einzelnen.

Dem Vorstande wird überlassen, Ort und Zeit des nächstjährigen Mechanikertages festzusetzen.

Schluss der Sitzung: 2 Uhr.

V. w. o.

Der Vorsitzende: Dr. Hugo Krüss.

Der Geschäftsführer: A. Blaschke.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 23. | 1. Dezember. | 1897.

Die Abtheilung für Instrumentenkunde und die Ausstellung wissenschaftlicher Objekte und Apparate auf der 69. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Braunschweig 1897.

Von

Dr. **D. Kaempfer** in Braunschweig.

Im *Jahrgang 1896 des Vereinsblattes S. 54* findet sich ein Beschluss des Vorstandes der D. G. f. M. u. O. über die Mittel, welche behufs einer fruchtbringenden Ausgestaltung der Abtheilung für Instrumentenkunde auf den Naturforscherversammlungen zu ergreifen sind. Es ist dort hervorgehoben, dass die Abtheilung für Instrumentenkunde, die zum Vortheil sowohl für die Wissenschaft als auch für die deutsche Präzisionsmechanik zum ersten Mal im Jahre 1889 in Heidelberg auf der Naturforscherversammlung erschien, zwar mit dem lebhaftesten Interesse begrüsst wurde, dass aber dasselbe mit den Jahren leider nachgelassen hat; es sollte nun das ernste Bestreben jedes Mitgliedes der Deutschen Gesellschaft sein, diese so glücklich angebahnte Verbindung der Männer der Wissenschaft mit den Herstellern des für die induktive Forschung unumgänglichen Instrumentariums immer mehr zu fördern, damit für beide Theile fruchtbringende Anregungen aus dem persönlichen Verkehr und Grundlagen für gemeinsame Arbeit geschaffen werden könnten.

Es war nun die Aufgabe des betreffenden Ortsausschusses in Braunschweig, nämlich des Einführenden und des Schriftführers der Abtheilung für Instrumentenkunde, in diesem Sinne kräftig zu wirken und die Mitglieder zur gemeinsamen Arbeit zu veranlassen, alle die bescheiden zurückhaltenden Personen heranzuziehen, damit sie in Vorträgen, Demonstrationen und Vorlagen zeigten, welche Arbeit sie in dem Jahre in steter Berührung mit der Wissenschaft geleistet hätten. Dies ist erfreulicher Weise auf der Braunschweiger Tagung gelungen; denn es sind etwa 18 Vorträge und Demonstrationen gehalten worden, wozu noch einzelne interessante Erläuterungen an den in der Ausstellung befindlichen Apparaten hinzukamen; insbesondere war aber ein angenehmer persönlicher Verkehr zwischen den Mitgliedern zu beobachten. Es fanden 4 Sitzungen statt, die von etwa 18 bis 24 Personen besucht waren, und von denen eine mit der Abtheilung für Physik gemeinsame mehr als 100 Besucher zählte.

Schon die erste Abtheilungssitzung am Montag, den 20. September Nachmittags, fand unter regem Interesse statt. Der Einführende, Fr. von Voigtländer (Braunschweig), gab in seiner einleitenden Rede ein übersichtliches Bild über die Geschichte der Präzisionsmechanik an dem Orte der Tagung selbst. Es wurde der bekannten Firmen A. Bornhardt, welcher die vielgebrauchten Zündmaschinen fertigt, Oscar Günther, der Phototheodoliten nach Professor Koppe konstruirt, Louis Müller-Unkel, dessen angesehene Glasbläserei sich erst neulich durch die Arbeiten für Professor Röntgen und die Professoren Elster und Geitel (Wolfenbüttel) zu ihren Versuchen mit Tesla-Strömen und Luftelektrizität so rühmlich ausgezeichnet hat, und auch der alten optischen Anstalt von Voigtländer & Sohn Erwähnung gethan. Besonders aber hob der Einführende die Bedeutung der herzoglichen technischen Hochschule als älteste Bildungsanstalt der Welt für technischen Unterricht hervor. Es ist nicht überflüssig zu bemerken, dass ein hochherziger Fürst auf Anregung eines Theologen und Philologen, des weitberühmten Abtes Jerusalem, diese Bildungsanstalt ins Leben gerufen hat, die allen anderen technischen Hochschulen ein Vorbild gewesen ist. Mit prophetischem Geiste hat der Abt Jerusalem schon vor mehr als 150 Jahren

vorausgesehen, dass die technischen Gebiete einmal wohl die Hälfte von allen menschlichen Wissenszweigen, von aller menschlichen Thätigkeit einnehmen würden. Ein wunderbares Wort, wenn man bedenkt, dass damals an allen Gelehrtenschulen nur klassische Sprachen und Theologie gelehrt wurden und kaum dem Unterricht in der Geschichte und in deutscher Sprache Raum gegönnt war.

Aus der Fülle des gebotenen Materials heben wir hervor, dass Dir. Dr. Bergholz (Bremen) über selbstregistrirende meteorologische Apparate, Dr. Hecker (Potsdam) über das Stückrath'sche Horizontalpendel, Dr. Martens (Berlin) über ein neues Refraktometer und eine höchst interessante Skalenbeleuchtung sprach, letzteres in gemeinsamer Sitzung mit der Abtheilung für Physik, in welcher auch Prof. Dr. Neesen (Berlin) seine neue Quecksilberluftpumpe, Prof. Schubert (Eberswalde) ein neues Schleuderphsychrometer und Prof. Dr. Linde (München) einen neueren Apparat zur Luftverflüssigung im Laboratorium vorführte. Von den anderen Vorträgen sind noch zu erwähnen: Dr. A. Gleichen (Berlin), über Fernrohre mit veränderlicher Vergrösserung; Dr. Franke (Braunschweig), über neue, höchst eigenartige Kurbelrheostaten; W. Löw von der Firma R. Jung (Heidelberg), über ein neues Mikrotom, einen Schüttelapparat nach Prof. Thoma und ein kleines Gefriermikrotom mit flüssiger Kohlensäure; G. Halle (Rixdorf), über einen Prismenwinkelmesser u. s. w.; Obering. Dettmar (Hannover), über eine neue Gasdynamo von Gebr. Körting; Dr. Salomon (Essen), über einen neuen Apparat zur Bestimmung des Luftgewichts, u. a. m.; Dr. Pulfrich (Jena) demonstrirte seinen Interferenzmessapparat und ein neues Refraktometer in der Abtheilung für Physik, wozu die Abtheilung für Instrumentenkunde geladen war.

Zur weiteren Bethätigung für die deutsche Präzisionsmechanik und Optik stand aber noch ein wichtiges Mittel zu Gebote in der Ausstellung wissenschaftlicher Objekte und Apparate für die die Tagung besuchenden Naturforscher und Aerzte. Zwar hatten sich schon vielfach Stimmen gegen eine Ausstellung mit ihren Umständlichkeiten, Beschwerlichkeiten und Kosten erhoben, ja man kann sagen, dass das Wort Ausstellung auf die Fachgenossen schon eine gewissermaassen abschreckende Wirkung ausübt, weil bei den vorangegangenen Ausstellungen gewerblicher Art Mühe und Kosten durch sichtbare Erfolge nicht aufgewogen worden waren. Wir konnten darum in Braunschweig nur daran denken, eine Ausstellung ins Werk zu setzen, wie sie bisher nicht versucht worden war, nämlich eine Ausstellung nach Wahl, die mit anderen Ausstellungen nur den Namen, nicht aber das Wesen gemeinsam hatte. Auf Anregung der Geschäftsführung der Versammlung wurde demnach der Plan für eine Ausstellung nur in dem angeführten Sinne entwickelt: Es sollte eine Ausstellung mit der Einschränkung werden, dass nur neue oder doch aktuell wichtige Gegenstände vorgeführt würden. Dieser Plan entspricht auch vollkommen dem jährlichen Turnus, in welchem die Tagung der Naturforscher und Aerzte stattfindet, da demgemäss eigentlich nur das in dem letzten Jahre Hergestellte zur Darbietung gelangen dürfte. Dieser Grundsatz wurde freilich nicht mit aller Strenge durchgeführt, einmal weil der Ausstellungsausschuss nicht von vornherein die Gegenstände darnach beurtheilen konnte, andererseits aber auch, weil eine absolute Scheidung nach der Zeit auch bei grösster Strenge nicht durchführbar war.

Nur im Grossen und Ganzen ist demnach das Prinzip beobachtet worden, aber doch mit dem Erfolge, dass die Absicht, Längstbekanntes auszuschliessen und damit den Raum für neue Erscheinungen frei zu machen, durchaus erreicht wurde. Der Erfolg war, dass die Ausstellung sich so klein, aber auch so interessant wie möglich gestaltete, vor Allem aber, dass sie mit sehr geringen Kosten für die Aussteller ins Werk gesetzt wurde, insbesondere ohne Berechnung von Platzmiethe oder sonstigen Kosten. Aber hierzu hätte die Beschränkung allein nicht genügt, wenn uns nicht das grosse Entgegenkommen der herzoglichen Staatsbehörden zu Statten gekommen wäre, indem diese uns auf Verwendung der Geschäftsführung die schönen grossen Räume des alten herzoglichen Krankenhauses für diesen Zweck zur Verfügung stellten. Die Säle dieses Krankenhauses eignen sich in ganz besonderer Weise für Ausstellungen und waren auch durch äusserst günstige Lage für diesen Zweck wie voraus bestimmt. Aber nicht nur wurden uns die Räume zur Verfügung gestellt, sondern es wurde auch ihre Benutzung durch überaus freundliches Entgegenkommen aller betheiligten Beamten auf das Angenehmste erleichtert. Wir möchten glauben, dass dies in demselben Sinne geschah, mit welchem die herzogliche Regierung stets technische Bestrebungen im Braunschweiger Lande auf das Wirksamste unterstützt und das Vermächtniss des

Herzogs Carl und seines Berathers, des Abtes Jerusalem, fortführt. Auch hat Se. Exzellenz der Herr Minister Hartwieg nicht ermangelt, seine persönliche Antheilnahme zu bekunden, indem er die Ausstellung mit seinem Besuche beehrte und sich sämmtliche Apparate u. s. w. aufs Genaueste vorführen liess.

Es haben etwa 100 Aussteller mitgewirkt, um der Tagung der Naturforscher und Aerzte ein übersichtliches Bild über die Betrebungen der Konstrukteure auf wissenschaftlichem Gebiete zu liefern. Von den uns hier interessirenden Fächern der Präzisionsmechanik und Optik sei hervorgehoben die Ausstellung von Siemens & Halske (Berlin) von Kompensatoren, elektrischen Widerstandseinheiten, Pyrometern, einer neuen Spiegelablesung und einem ausgezeichneten Röntgen-Instrumentarium. Das Westfälische Nickel-Walzwerk in Schwerte hatte eine reichhaltige Ausstellung aller Arten von Nickelin-Drähten für elektrische Zwecke geboten. Otto Wolff (Berlin) hatte seine Normalwiderstände, Wheatstone'schen Brücken etc. nach den Mustern der Phys.-Techn. Reichsanstalt, Dr. Franke (Braunschweig) neuere eigenartige Kurbelrheostaten und Prof. Drude (Leipzig) seine Apparate zur Messung der Dielektrizitätskonstanten und zum Studium der Fernwirkungen, Kravogl (Brixen) Induktionsapparate etc. ausgestellt. Ausgezeichnete Phototheodoliten nach Prof. Koppe stellte Oscar Günther (Braunschweig), den Reise-Phototheodoliten nach Prof. Finsterwalder Albert Ott (Kempten) aus. Sehr reichhaltig war die Ausstellung von Louis Müller-Unkel (Braunschweig) in Röntgen-Röhren und allen sonstigen Glasapparaten für das Studium mit Tesla-Strömen u. s. w. W. Niehls (Berlin) hatte die neue Quecksilberpumpe nach Prof. Neesen ausgestellt. Besonderes Interesse erregten auch das Horizontalpendel von P. Stückrath (Friedenau), welches das königl. Geodätische Institut in Potsdam gesandt hatte, ferner die Modelle eines Kraniometers und ein Planimeter von Eckert & Hamann (Friedenau), sowie die ausgezeichneten Integraphen und der harmonische Analysator zum Bestimmen der Funktionen von Diagrammen von G. Coradi (Zürich). Franz Schmidt & Haensch (Berlin) hatten ein Spektrometer mit Dr. Gumlich's Achsenwinkelapparat und sehr kompendiöse Projektionsapparate, Spektralphotometer nach A. König, ein neues Refraktometer u. a. m. ausgestellt. Von W. Kuhlmann (Hamburg) waren mit höchster Präzision konstruirte Waagen und von Voigtländer & Sohn (Braunschweig) neue dreitheilige Fernrohr-Objektive und Prismenfernrohre mit Negativ- und Positiv-Okularen, sowie Fernrohre mit veränderlicher Vergrösserung ausgestellt. Einen grossen Raum nahmen elektromedizinische Apparate ein von dem elektrotechnischen Institut Blaensdorf Nachf. (Frankfurt a. M.), Beuerle (Tübingen), Detert, Windler (Berlin) u. A.

Einen besonderen Platz nahm die Mikroskopie ein. Dort hatten R. Winkel (Göttingen) seine neuen Fluorit-Systeme, G. Miehe (Hildesheim), R. Jung (Heidelberg) und W. Becker (Göttingen) ihre Mikrotome, E. Leitz (Wetzlar) und Voigt & Hochgesang (Göttingen) u. A. reichhaltige Sammlungen von Mikroskopen ausgestellt.

Ungemein anregend und besonders das Publikum anziehend war die Ausstellung verschiedener Röntgen-Einrichtungen, namentlich der Firmen Siemens & Halske (Berlin), Max Kohl (Chemnitz) — Funkeninduktor von 60 *cm* Funkenlänge —, Reiniger, Gebbert & Schall (Erlangen). Alle diese Apparate waren in voller Thätigkeit und wurden dem Publikum vorgeführt und zwar gewöhnlich durch die Bilder auf dem Fluoreszenzschirm. Zum Betriebe dieser und anderer, besonders elektrotherapeutischer Apparate diente eine ausgezeichnete 6-pferdige Gasdynamo von Gebr. Körting (Körtingsdorf bei Hannover). Diese rühmlichst bekannte Firma hatte sich gern erboten, für die Tagung der Naturforscher eine solche Maschine kostenlos in Betrieb zu setzen; dieselbe hat durch ihre äusserst kompendiöse Form, durch elektrische Zündung, stellbaren Regulator, ganz besonders durch direkte Verkuppelung der Dynamo mit der Gasmaschine ausserordentlichen Anklang gefunden. Es möge daran erinnert werden, dass bis vor Kurzem derartige kleine Maschinen noch nicht mit direkt verkuppelter Dynamomaschine hergestellt worden sind, und es dürfte sich dieses System für die Zwecke der Laboratorien und für Werkstattbetrieb eignen.

Grosses Interesse bei den Gelehrten wie beim Publikum fand die elektrische Telegraphie ohne Draht nach Marconi, vorgeführt von Max Kohl (Chemnitz).

Hans Heele (Berlin) hatte einige wichtige Konstruktionen zur Darstellung gebracht, u. a. eine Uhr mit Sekundenpendel aus Nickel-Stahl ohne Kompensation, das aber wegen des äusserst geringen Ausdehnungskoëffizienten des Nickel-Stahls dem

Wärmeeinfluss fast nicht unterworfen ist, ferner einen neuen Apparat zur Bestimmung des Luftgewichts nach Dr. Salomon (Essen).

Auf andere Gebiete der Ausstellung, wie Medizin, welche Krankenzimmer-Einrichtungen und Herstellungen der neueren Milchpräparate, Modelle für Frauenkleidungsreform und alkoholfreie Getränke brachte, sowie auf die Chirurgie spezieller einzugehen, ist hier nicht der Ort. Erwähnenswerth sind wohl noch die Demonstrationsapparate für Schulen, worin sich die Firmen W. Haferlandt & Pippow (Wilmersdorf-Berlin), Dr. Benninghoven & Messing und M. K. Wintzer (Berlin) mit ihren naturhistorischen Modellen und Präparaten, sowie C. Goldbach (Schiltigheim) mit seinen ausgezeichneten künstlich gezüchteten Krystallen rühmlichst hervorgethan haben. Die Karten von Justus Perthes (Gotha) und C. Chun (Berlin), sowie die Verlagswerke von Friedrich Vieweg & Sohn (Braunschweig) und Harald Bruhn (ebendaselbst) wirkten gleichfalls anziehend. Einen eigenartigen Gegenstand hatte Prof. Raschig (Schneeberg) in seinem magischen Würfel zur Darstellung gebracht, in welchem er ein interessantes Problem der Zahlentheorie in einem singulären Fall veranschaulicht.

Im oberen Stockwerke des einen Ausstellungsgebäudes hatte die wissenschaftliche Photographie mit ihren zahlreichen Bildern und Apparaten ihren gesonderten Platz. Prof. Dr. Max Müller (Braunschweig) hatte diese Veranstaltung ins Werk gesetzt, um im Einverständniss mit dem Vorstand der Gesellschaft ein übersichtliches Bild über die Anwendung der photographischen Methode in allen Zweigen der Naturwissenschaft und Medizin zu geben. Hier hatte auch das Historische seinen Platz, weil in Braunschweig die wissenschaftliche Photographie zum ersten Male als selbstständige Abtheilung der Naturforscherversammlung ins Leben getreten war. Es waren auf diesem Gebiete allein an 120 Aussteller vertreten und der Erfolg war auch dementsprechend. Professor H. W. Vogel (Berlin) hatte seine werthvollen Studien über die Geschichte der Photographie, Voigtländer & Sohn (Braunschweig) die photographischen Objektive in ihrer geschichtlichen Entwickelung, Dr. Selle (Potsdam), Prof. Krone (Dresden), Dr. Giesel (Braunschweig) u. A. Farbenphotographien ausgestellt. Unzählige Röntgen-Bilder aus den verschiedensten Kliniken, Prof Lassar's (Berlin) dermatologische Studien, Mikrophotographien aller Arten, dazu wundervolle Instrumentarien von Carl Zeiss (Jena) veranschaulichten die Anwendung der neueren Methoden in der Medizin und Bakteriologie.

Es würde für diese Zeitschrift zu weit führen, weiter auf Einzelheiten einzugehen. Des Stoffes war genug vorhanden und auch des Interesses bei den Gelehrten wie beim Publikum, was wohl daraus hervorgeht, dass die Eintrittsgelder die Kosten gedeckt haben, ohne dass die Aussteller belastet wurden. Hoffen wir, dass die Veranstaltung in Braunschweig zu Nutz und Frommen der deutschen Präzisionsmechanik und Optik gewesen ist.

Druckminderungshahn für komprimirte Gase, Dämpfe und Flüssigkeiten.

Von

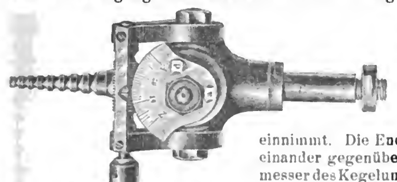
Dr. Oscar Schulz in Erlangen.

Seit sich die Verwendung komprimirter Gase, insbesondere des Sauerstoffs und Wasserstoffs, bei wissenschaftlichen Experimentaluntersuchungen und Demonstrationen eingebürgert hat, liegt ein Bedürfniss nach einem brauchbaren Ventil oder Hahn vor, der die Entnahme der unter Drucken bis zu 100 *Atm.* stehenden Gase unmittelbar aus der Stahlbombe gefahrlos und bequem ermöglicht und den Gasstrom allen Versuchsbedingungen sicher anzupassen gestattet. Die gebräuchlichen Reduktionsventile sind ein Nothbehelf; sie führen oft zu nicht unbeträchtlichen Gasverlusten und erlauben keine subtile Einstellung des Gasstroms.

Diesen Uebelständen sucht der in nebenstehender Figur abgebildete, von Hr. R. Hennig, Mechaniker am physiologischen Institut in Erlangen, konstruirte Druckminderungshahn abzuhelfen.

Das Hahnküken trägt an seinem oberen Ende ein Schneckenradsegment *a*, in welches eine mit Handrad ausgerüstete Regulirschraube eingreift, sodass durch die Drehung des Handrades die Drehung des Hahnkegels bewirkt wird; die Grösse der Drehung kann an der auf das Segment aufgetragenen Theilung *d* abgelesen werden.

Die Regulirschraube ist in zwei mit dem Hahnkörper seitlich verbundenen Armen gelagert, welche mittels kleiner, in der Figur nicht sichtbarer Stellschrauben zwecks Beseitigung etwa auftretenden todten Ganges angezogen werden können.



Der Hahnkegel wird von einer geraden Bohrung durchsetzt. Von den Mündungen der Bohrung gehen zwei keilförmige, parallel zur Ebene des Segments *a* am Kegelmantel verlaufende Kanäle aus, deren jeder nicht ganz 1/4 des Kegelumfangs einnimmt. Die Endpunkte beider Kanäle liegen genau einander gegenüber, d. h. sie liegen auf einem Durchmesser des Kegelumfangs. Diese Kanäle, deren passende Einstellung der Schneckenradantrieb in durchaus befriedigender Weise gestattet, dienen zur Drosselung der den Hahn durchströmenden Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten.

Die Verbindung des Hahns mit den Elkan'schen Sauerstoff- und Wasserstoffbomben geschieht durch ein Zwischenstück, welches einerseits an das in der Figur rechts befindliche Gewinde geschraubt, andererseits durch Ueberwurfsmutter an die Bombe angefügt wird. Bei anderen Behältern wird sich eine drucksichere Verbindung ebenfalls durch passende Zwischenstücke leicht herstellen lassen. Ist der Hahn mit der Bombe fest verbunden, so kann bei Nullstellung des Hahns der Verschluss der Bombe ohne Weiteres beliebig weit geöffnet werden. Die Einstellung des Gasstroms erfolgt allein durch Drehung des Handrades.

Der Druckminderungshahn hat sich im hiesigen physiologischen Institut bei allen physiologischen und chemischen Versuchen, bei denen komprimirter Sauerstoff oder Wasserstoff zur Verwendung kam, recht gut bewährt; besonders empfehlenswerth gegenüber dem früher benutzten Reduktionsventil erschien er mir bei der Regulirung des Sauerstoffstroms, der die Zirkonlampe eines Projektionsapparates speiste. Ueber die Brauchbarkeit des Hahns für die Regulirung von Flüssigkeitsströmen habe ich noch keine Erfahrung, ich zweifle jedoch nicht, dass er sich auch da bewähren wird, vorausgesetzt dass die Flüssigkeiten das Material des Hahns, Roth- und Messingguss, nicht angreifen.

Der als Gebrauchsmuster geschützte Druckminderungshahn wird von Herrn Rich. Hennig in Erlangen für den Preis von 25 *M.* (einschl. Zwischenstück für Elkan'sche Bombe) geliefert.

Erlangen, im August 1897.

Vereins-Nachrichten.

D. G. f. M. u. O. Zweigverein Berlin.

Sitzung vom 2. November 1897. Vorsitzender: Herr W. Handke.

Der Vorsitzende theilt bei Eröffnung der Sitzung mit, dass der Vorstand beschlossen habe, fortan die Sitzungen möglichst pünktlich beginnen zu lassen. — Hr. Dr. O. Schönrock spricht über Saccharimeter in Fortsetzung seines Vortrages vom 19. Oktober. Es werden wiederum die systematisch wichtigen Punkte diskutirt, besonders die verschiedenen Zuckerskalen, ihre Ermittelung und die sog. Aichung der Saccharimeter. — Von Hrn. G. Halle (Rixdorf) werden vorgeführt: 1. Ein Apparat zur Untersuchung von planparallelen Platten. Die zu prüfende Platte ist auf einem drehbaren Tischchen vor einem Fernrohr gelagert, durch welches das Spiegelbild eines Kreuzchens betrachtet wird. Dieses ist aus kurzen Strichen zusammengesetzt und wird von hinten event. unter Einschaltung einer Sammellinse künstlich beleuchtet; es erscheint hell auf dunklem Grunde und ermöglicht die Prüfung auch sehr kleiner Platten. 2. Ein Apparat zur Untersuchung der Augen auf Kurz- und Weitsichtigkeit sowie auf Astigmatismus. Auch hier ist die künstliche Beleuchtung heller Objekte auf dunklem Grunde angewandt: auf Glasplatten sind Buchstaben oder Zahlen ausgeätzt, welche, von hinten beleuchtet, durch ein Rohr im Abstande der deutlichen Sehweite unter event. Benutzung von Brillengläsern betrachtet werden; zur Prüfung auf Astigmatismus sind in gleicher Weise konzentrische Kreise in grösserer Zahl auf eine Glasscheibe aufgebracht, welche dreh-

bar ist und deren Position behufs Ermittelung der Lage der Pupillenachsen ablesbar ist.

Der **Zweigverein Berlin** beging am 25. v. M. im Schultheiss-Restaurant (Neue Jakobstrasse) das 20. Stiftungsfest durch eine Abendgesellschaft, an welcher auch die Damen der Mitglieder zahlreich theilnahmen. Während der Tafel, welche durch eine Reihe launiger Lieder belebt wurde, toastete der Vorsitzende, Hr. W. Handke, indem er die Entwickelung der D. G. kurz skizzirte, auf Kaiser und Reich, Hr. Prof. Dr. A. Westphal auf das Zusammenwirken von Technik und Wissenschaft, Hr. K. Friedrich Namens der V. f. S. auf die Geselligkeit in der D. G., Hr. P. Nicolas auf die 3 *H.*, Hr. Hannemann auf die Damen und Hr. G. Kärger auf Hr. Hannemann. Nach Aufhebung der Tafel führte Hr. Ph. Wolff mittels seines Kinematographen lebende Photographien vor; und dann folgte ein Tanz, der durch eine Reihe heiterer Vorträge von Zeit zu Zeit unterbrochen wurde. Das Fest, das wiederum von den 3 *H.* in der gelungensten Weise vorbereitet war, schloss in sehr früher Morgenstunde mit einem gemeinsamen Kaffee. *Bl.*

Verein der Mechaniker und Optiker von Hamburg-Altona.

Unter dieser Bezeichnung haben sich bereits im verflossenen Winter eine Anzahl Gehülfen der Mechaniker, Optiker, Uhrmacher und Verfertiger chirurgischer Instrumente zusammengeschlossen. Der Verein zählt jetzt etwa 80 Mitglieder; sein Zweck ist, den kollegialischen Geist, das Zusammengehörigkeitsgefühl unter seinen Mitgliedern zu wecken und zu pflegen. Dies soll erreicht werden durch monatliche Zusammenkünfte, welche theils der Geselligkeit, theils der Belehrung auf wissenschaftlichem und gewerblichem Gebiete gewidmet sind. Nachdem am Ende des letzten Winters bereits ein wohlgelungener Gesellschaftsabend mit Damen, sowie ein Vortrag des Herrn Dr. J. Classen, Assistenten des physikalischen Staatslaboratoriums, stattgefunden haben, sind die Vortragsabende dieses Winters am 6. November durch einen Vortrag von Herrn Dr. H. Krüss über die Technik der Photometrie eröffnet worden. Wir wünschen dem jungen Verein eine gesunde Entwickelung und kräftiges Gedeihen. Vorsitzender ist Herr Max Spörck, Hamburg, Holzdamm 17a. *H. K.*

Kleinere Mittheilungen.

II. Kraft- und Arbeitsmaschinen-Ausstellung München 1898.

Das Programm ist dahin erweitert worden, dass die Hygiene im weiteren Umfange Berücksichtigung findet, als ursprünglich geplant war. Die Erweiterung umfasst: Schutz gegen krankmachende Berufsschädlichkeiten (Staub, schädliche Gase, Gifte, Infektionsstoffe, starke Temperaturschwankungen, Nässe, Feuchtigkeit) durch hygienische Herrichtung der Arbeitsstätten in Bezug auf Reinlichkeit, Desinfektionsfähigkeit, natürliche und künstliche Beleuchtung, Heizung u. s. w.; Krankenpflege, erste Hülfe bei Kranken, Verunglückten und Verletzten; Wohnungshygiene. Die zu Anmeldungen für diese Gruppe erforderlichen Formulare werden vom Ausstellungsbureau (München, Färbergraben 1½) ausgegeben.

Die Firma Flesch & Stein in Frankfurt a. M. wird nach dem Ableben des Herrn D. Flesch von dem überlebenden Theilhaber und technischen Leiter Hr. Paul Stein in der bisherigen Weise weitergeführt.

Hauptmann Hauschild's Armeezirkel (kartenwegmessender Kilometersteller).

Angefertigt von Dörffel & Färber (Inhaber Julius Färber) in Berlin N., Friedrichstr. 105 a.

D. R. G. M. 67 574.

Nach einem Prospekt.

Der Zirkel besitzt eine gesetzlich geschützte Zirkelstell-Vorrichtung zum Messen von Wegelängen; er ist vom grossen Generalstabe einer Prüfung unterzogen und als sehr zweckmässig befunden worden. Die vom Generalstabe empfohlene kräftige Ausführung wurde bei der Fabrikation berücksichtigt, sodass der Zirkel

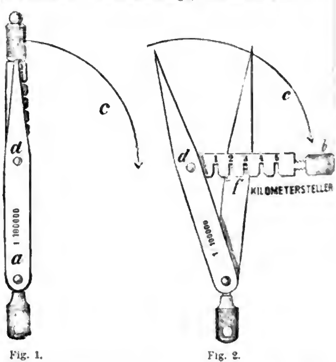


Fig. 1. Fig. 2.

an Feldmässigkeit nichts zu wünschen übrig lässt und durch das Fortfallen einer besonderen Schutzhülse auch bei kaltem, nassem Wetter, zu Pferde, mit behandschuhter Hand ebensowohl bestimmte, für den Gebrauch wichtige Kilometer-

Entfernungen wie jede beliebige andere Entfernung abzugreifen ermöglicht. Der Zirkel ist zunächst für den Maassstab 1:100 000 bestimmt, lässt sich aber auch für die kleineren und grössseren Maassstäbe des Dezimalsystems ohne Weiteres verwenden.

Zum Oeffnen halte man den Zirkel so, dass die Einschnitte des Kilometerstellers wie bei Fig. 1 rechts stehen, schraube die Schutzkappe *b* so weit als möglich zurück und drücke den Kilometersteller nach rechts (*c*) auf, wobei die Zirkelschenkel bei *d* fest aufeinander zu drücken sind; durch Herunterdrücken des Kilometerstellers bis zum Stellstift *f* wird alsdann die zum Messen von Wegelängen vorzugsweise gebrauchte 1-Kilometer-Stellung bewirkt. Wünscht man eine der anderen Kilometerstellungen, so schiebe man mit der linken Hand den Zirkelschenkel entsprechend weiter auseinander und stelle mit der rechten Hand den Kilometersteller ein. (Fig. 2.) Die Einschnitte müssen fest auf den Stellstift *f* hineingedrückt werden. Um irgend eine beliebige Zirkelöffnung zu erhalten, stelle man den Kilometersteller durch Hinausdrücken nach links ausser Gebrauch.

Der Armeezirkel eignet sich besonders zum Vertriebe in Garnisonstädten, für Radfahrer, Sportsleute u. s. w.

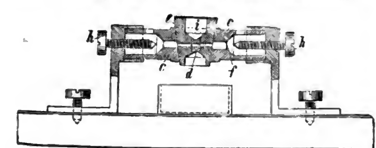
Bücherschau.

E. Lewerenz, Hülfsbuch f. d. Telegraphen- u. Fernsprechtechnik. Unter besond. Berücksicht. der Telegraphen- u. Fernsprecheinrichtungen der deutschen Reichs-Post- und Telegraphenverwaltg. Mit 67 in den Text gedr. Abbildgn. u. 4 farb. Taf. 8°. XI, 134 S. Berlin, J. Springer. — München, R. Oldenbourg. Geb. in Leinw. 4,00 *M.*

Ch. M. van Deventer, Physikal. Chemie f. Anfänger. Mit einem Vorwort v. Prof. Dr. J. H. van't Hoff. 8°. VII, 167 S. m. Fig. u. 1 Tab. Amsterdam. Leipzig, W. Engelmann. 3,50 *M.*; geb. in Leinw. 4,10 *M.*

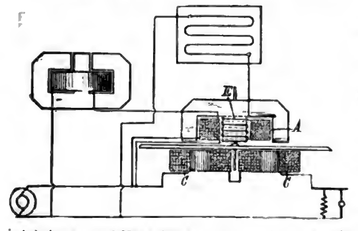
Patentschau.

Abschmelzsicherung mit in Paraffin gebetteter Quecksilberfüllung. Deutsche Akkumulatoren-Gesellschaft Gebr. Körner in Mannheim. 13. 10. 1896. Nr. 92 886. Kl. 21.



Die Erfindung bezieht sich auf eine Ausführungsform von Abschmelzsicherungen, bei denen ein in Paraffin oder ähnlichem leicht schmelzbarem Stoff gebetteter, flüssiger (Quecksilber oder dergl.) Leiter Verwendung findet. Dieselbe ist dadurch gekennzeichnet, dass der auswechselbare isolirende Pfropfen *e* mit einer zentralen, durch Paraffin *d* ausgefüllten Oeffnung versehen ist, durch welche die zur Aufnahme des leitenden Quecksilberfadens bestimmte Durchbohrung *f i* hindurchgeht. Um beim Neueinsetzen der Sicherung den Kanal *i* mit Quecksilber zu füllen, sind Schrauben *h* zum Verdrängen des Quecksilbers angeordnet.

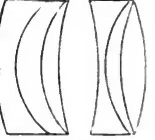
Messgeräth für Wechselstrom nach Ferraris'schem Prinzip. R. Belfield in London, Westminster. 23. 10. 1895 Nr. 92 860. Kl. 21.



Die Wirkung der Nebenschlussspule *A* wird vereinigt mit der Wirkung einer besonderen Zusatzspule *E*, die entweder in sich geschlossen und von der Nebenschlussspule induzirt oder als zweite Spannungsspule von der Hauptstromspule abgezweigt ist, zum Zwecke, ein Magnetfeld zu erzeugen, dessen Phase gegen die Phase desjenigen, welches vom Hauptstrom, so lange er von Selbstinduktion und Kapazität frei ist, erzeugt wird, um genau 90° verschoben ist und so die Angabe des Zählers von den etwa im Hauptstrom auftretenden Selbstinduktionen und Kapazitäten und von ihren Aenderungen unabhängig zu machen.

Die Zusatzspule ist mit einem regelbaren Widerstande verbunden, oder in ihrer Eintauchtiefe verstellbar. Ebenso sind die Induktanzspulen mit regelbaren Lufträumen versehen, um den Einfluss der Temperaturänderungen zu beseitigen. *C* ist die Hauptstromspule.

Photographisches Doppelobjektiv. Voigtländer & Sohn in Braunschweig. 22. 5. 1895. Nr. 91 883. Kl. 57 (Zus. z. Pat. 90 482).



Das Doppelobjektiv besteht aus zwei sphärisch, chromatisch und astigmatisch korrigirten Hälften von ungleicher Form, deren eine aus drei Menisken, deren andere aus einer Bikonvexlinse, einer Bikonkavlinse und einem zwischen diesen liegenden positiven Meniskus zusammengesetzt ist, sodass die typischen Vorzüge beider an sich bekannten Hälften, einerseits vollkommene Korrektion des Astigmatismus andererseits vollkommene Korrektion der sphärischen Abweichung, vereinigt sind.

Apparat zum Anzeigen der Kombinationswerthe meteorologischer Instrumente. H. C. Kürten in Aachen. 1. 8. 1895. Nr. 91 679. Kl. 42.

Dieser Apparat besteht aus einer Verbindung von zwei, drei oder mehreren meteorologischen Instrumenten, wie Hygrometer, Thermometer, Barometer, Psychrometer u. s. w.

Die Skalen dieser Instrumente, z. B. vier, sind so über einander gelagert, dass jedesmal auf den vorstehenden Rändern der unteren Skalen und durch geeignete Durchbrechungen der oberen Skalen die auf den unterliegenden Skalen angebrachten Aufschriften oder Luftbeschaffenheiten durch die Schlitzöffnung der oberen Skala sichtbar sind. Dadurch nun, dass der Luftwerth auf der unteren Skala stets erst durch die Oeffnungen der zweiten Skala mehr oder weniger festgelegt, beschränkt, ergänzt oder erweitert erscheint, und dass dieser Werthausdruck durch die Oeffnungen der dritten Skala nochmals berichtigt wird, und so fort, sollen die zuletzt in den Schlitzöffnungen der obersten Skala erscheinenden Werthe ein zusammengesetztes Resultat bilden, welches aus den einzelnen der vier Faktoren der verschiedenartigen Messungen durch die vier verschiedenen Instrumente zusammengesetzt ist.

Patentliste.

Bis zum 15. November 1897.

Klasse: **Anmeldungen.**

21. H. 18 883. Galvanisches Element. A. Heil, Fränkisch-Krumbach. 21. 6. 97.

K. 15 101. Galvanisches Doppelelement mit Flüssigkeitsvorrath; Zus. z. Pat. 88 613. R. Krayn u. C. König, Berlin. 12. 4. 97.

H. 19 293. Vorrichtung zur Sicherung der Nullstellung für Wechselstrommotorzähler. Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft Helios, Köln-Ehrenfeld. 25. 9. 97.

D. 8064. Differential-Bogenlampe mit Kohlenstiftmagazinen. H. Delavau u. F. F. Brérat, Chatellerault. 22. 2. 97.

49. A. 5171. Bohrmaschine mit elektrischem Antrieb. G. Asmussen, Hamburg. 25. 3. 97.

N. 4012. Frässupport zur Herstellung von zylindrischen und konischen Fräsern mit beliebig profilirten Zähnen. C. Nube, Offenbach a. M. 3. 3. 97.

F. 10 009. Schraubstock oder Planscheibe mit das Werkstück gegen die Schraubenspindel hinziehenden Spannbacken. C. Fischer, Ludwigshafen a. Rh. 26. 6. 97.

L. 10 664. Drehbank mit verschieb- und drehbarem Werkzeugträger. Leipziger Werkzeug-Maschinen-Fabrik vorm. W. v. Pittler, A.-G., Leipzig-Gohlis. 31. 8. 96.

67. G. 10 966. Kugelschleifmaschine. J. J. Grant, Cleveland, Ohio, V. St. A. 31. 10. 96.

74. H. 18 348. Elektrischer Feuermelde-Automat. J. Heim, Ludwigshafen a. Rh. 17. 2. 97.

Klasse: **Ertheilungen.**

21. Nr. 95 584. Lösbare Fassung für Glühlampen. P. Scharf, Berlin. 12. 8. 96.

42. Nr. 95 653. Instrument zur Ermittelung der Entfernung und Höhenlage unzugänglicher Punkte von einem einzigen Standorte aus. M. Hornstein, Wien. 15. 10. 96.

47. Nr. 95 628. Differential-Diskusgetriebe mit verstellbarer Umsetzung. P. Auriol, Paris. 22. 9. 96.

49. Nr. 95 570. Maschine zur Herstellung von Kugeln aus Draht; Zus. z. Pat. 86 774. Deutsche Gussstahlkugelfabrik A.-G. vorm. Fries & Hoepflinger, Schweinfurt a. M. 9. 5. 97.

Nr. 95 650. Löthlampe. M. Eulner, Halle a. S. 11. 2. 97.

Briefkasten der Redaktion.

Wer liefert kleine Stahlbandmaasse von 1 *m* Länge mit Federzug?

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

Beiblatt zur Zeitschrift für Instrumentenkunde.

Vereinsblatt der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik.

Redaktion: A. Blaschke, Berlin W., An der Apostelkirche 7b.

No. 24. 15. Dezember. 1897.

Die wissenschaftliche Abtheilung auf der Brüsseler Weltausstellung 1897.

Von Dr. **S. de Lannoy** in Brüssel[1]).

(Schluss.)

Nach dem vorstehenden Ueberblick über die wissenschaftliche Abtheilung und ihre Organisation wollen wir nunmehr gruppenweise die einzelnen Instrumente betrachten; dabei wollen wir den sehr beachtenswerthen Theil dieser Ausstellung, welchen die wissenschaftlichen Vereine und Körperschaften beigesteuert haben (Publikationen, Pläne, Sammlungen u. s. w.), übergehen und uns auf dasjenige beschränken, was für den Leser dieser Zeitschrift von unmittelbarem Interesse ist.

Die ausgestellten Instrumente kann man in zwei Klassen theilen; die einen bilden die Sonderausstellungen der Verfertiger, die anderen sind neue Konstruktionen oder Unterrichtsapparate, die von ihren Erfindern unter deren eigenem Namen vorgeführt werden. Es ist unthunlich sie sämmtlich aufzuzählen, zumal da ein grosser Theil nicht neu und in allen physikalischen Lehrbüchern beschrieben ist; wir wollen uns daher auf diejenigen beschränken, welche minder bekannt oder unter allen Umständen der Beachtung werth sind.

Astronomische Fernrohre haben nur zwei Pariser Firmen, Secrétan und Bardou, ausgestellt. Die letztgenannte bietet ein sehr elegantes Aequatoreal für Liebhaber; das Instrument beansprucht nur 1 *qm* Platz, lässt aber doch noch 425 fache Vergrösserung zu; sein Stundenkreis hat 19 *cm*, sein Deklinationskreis 22 *cm* Durchmesser. Von den Secrétan'schen Fernrohren ist nichts Besonderes zu sagen; das grösste hat ein Objektiv von 6 Zoll Durchmesser, das von dem bekannten Pariser Astronomen Henry fertiggeschliffen ist, ein Umstand, der naturgemäss beim Preise zum Ausdruck kommt.

Eine beachtenswerthe Sammlung geodätischer und topographischer Instrumente, wie Bussolen, tragbare Meridiankreise, Theodolite, Nivellirfernrohre u. s. w., findet sich in der Ausstellung der Firmen Sacré, Boët (Brüssel), Elliott Brothers (London), Wery (Lüttich), Ponthus & Therrode, Vion Frères, Echassoux (Paris). Eigentliche Neuheiten findet man hier gerade nicht, jedoch wollen wir ein von Ponthus & Therrode ausgestelltes Prismen-Nivellirinstrument hervorheben, welches, obschon nicht neu, doch wenig verbreitet ist. Bei diesem Instrument braucht der Beobachter das Auge nicht vom Okular zu entfernen, um nachzusehen, ob die Libelle noch einspielt: ein System von vier Prismen reflektirt das Bild der Blase ungefähr in die Richtung der Absehenslinie, mithin kann sich der Beobachter vor der Ablesung durch eine leichte Bewegung des Kopfes davon überzeugen, ob das Instrument noch horizontal steht. Die Ausstellung von Elliott Brothers ist speziell deswegen interessant, weil sie neben den in üblicher Weise aus Bronze oder Messing gefertigten Instrumenten dieselben Modelle aus Aluminium aufweist. Diese haben zwar den grossen Vortheil, dass sie etwa nur ein Drittel so schwer sind als die anderen, vom Standpunkte der Festigkeit erscheint ihre Anwendung jedoch nicht rathsam: der kleinste Stoss verbiegt das Rohr, die Gewinde sind schwer auszuführen, somit ist man der Konstanz des Instrumentes nie sicher, und dazu erhöht sich noch der Preis recht bedeutend. Bis jetzt hat die Benutzung von Aluminium in der Präzisionstechnik nur zu Misserfolgen geführt, und seine Anwendung wird so lange beschränkt

1) Das französisch abgefasste Manuskript ist von der Redaktion übersetzt worden.

bleiben, bis man die Formel für eine leicht herstellbare und feste Legirung gefunden hat.

Für den optischen Theil der Instrumente dieser Gruppe haben Schott & Gen. (Jena) eine sehr interessante Sammlung von Gläsern gesandt (leichtes Flint, Crown-Borosilikat u. s. w.) in Form von Blöcken, Platten und Scheiben, welche zur Bearbeitung reif sind.

Die Firma Pellin (Paris) bietet einen Silbermann'schen Heliostaten mit einem Metallspiegel von 20×40 *cm*, G. Rosenmüller (Dresden) eine reiche Sammlung von kleinen transportablen Anemometern, Anemometern mit Flügeln aus Aluminium oder Glimmer, von denen einige bis 10 000 000 *m* registriren können, Chabaud (Paris) ein grosses Robinson'sches Anemometer, ganz aus Aluminium gefertigt. Bei dieser Gelegenheit wollen wir die höchst beachtenswerthe Ausstellung der berühmten Firma Richard Frères (Paris) erwähnen, eine sehr wesentliche Bereicherung der Welt-Ausstellung: Registrirende Baro- und Thermometer, Wind- und Regenmesser u. s. w. geben ein Bild von den schönsten Erzeugnissen dieser Firma, deren überall verbreitete Apparate zu bekannt sind, um sie noch beschreiben zu müssen.

Neben diesen Ausstellungen der Verfertiger begegnen wir einer Reihe mehr oder minder neuer Konstruktionen, welche von ihren Erfindern ausgestellt wurden: verschiedene Planetarien und Globen, das Meteoroskop von Plumandon (Sternwarte von Clermont-Ferrand), der Regenmesser von Prof. Hellmann (Berlin), das Nephoskop von Niesten (Sternwarte Brüssel) u. s. w. Besonders hervorzuheben ist der von Dr. Hamy (Sternwarte Paris) konstruirte Apparat zur Ermittelung von Unregelmässigkeiten in den Achsen eines Meridiankreises. Mit diesem Instrument hat man die systematischen Fehler erforscht, welche durch Deformation des Fernrohrs in Folge der Wärmestrahlung des Beobachters oder der im Beobachtungsraum befindlichen Lichtquellen verursacht werden. Der Apparat ist eine Anwendung der Newton'schen Ringe: ein Hebel, der an der Achse des Fernrohrs anliegt, überträgt seine Bewegung auf eine plankonvexe Linse, die mit einer ebenen Fläche die bekannten kreisförmigen Interferenzfransen giebt; die Bewegung um eine Fransenbreite entspricht einer Veränderung von etwa 0,3 μ im Abstande zwischen Linse und ebener Platte, und die Zählung der während einer Rotation des Rohres passirenden Fransen lässt die Abweichung der Achsen von der zylindrischen Gestalt erkennen. Die Idee ist nicht neu, aber jede Anwendung dieser empfindlichen Messmethode verdient hervorgehoben zu werden, die zuerst von Fizeau bei seinem Dilatometer, dann von Dr. Marek bei der Bestimmung der Durchbiegung eines Kathetometers, von Hauptmann Defforges zum Studium der Ortsveränderung der Schneide eines schwingenden geodätischen Pendels u. s. w. benutzt worden ist.

Das Anemometer von Dr. Damry (Brüssel) ist ein neues und sehr geistvolles Instrument, welches die horizontale und die vertikal nach abwärts gerichtete Komponente der Kraft des Windes aufzeichnet.

Der Entfernungsmesser von Prof. Stroobants (Brüssel) ist ein kleiner Apparat, der schnell den Abstand des Beobachters von einem unzugänglichen Punkte abschätzen lässt. Eine kleine Metallbüchse von 44×12 *mm* Querschnitt und 23 *g* Gewicht enthält zwei totalreflektirende Prismen. Der Beobachter stellt sich seitlich vom Objekt auf und kann dann nacheinander mittels dieser beiden Prismen zwei Winkel finden, in deren Scheiteln er steht und die einen Schenkel gemein haben, während die beiden anderen durch den anvisirten Punkt gehen. Misst man darauf den Abstand der beiden Scheitel, so kennt man in einem Dreieck eine Seite und die beiden anliegenden Winkel und kann also den gesuchten Abstand, eine der beiden anderen Seiten, berechnen. Bei der praktischen Ausführung gehört zu jedem Instrument ein Koëffizient, mit dem man nur den Abstand zwischen den beiden Positionen des Beobachters zu multipliziren braucht; die Handhabung ist somit eine schnelle, aber die Genauigkeit naturgemäss nicht erheblich.

Prof. Meunier (Museum zu Paris) hat Unterrichtmodelle gesandt, um die Verdoppelung der Mars-Kanäle zu erläutern. Die dunkelen Stellen des reflektirten Lichtes fallen auf ein Musselintuch, das den Nebel in der Atmosphäre des Planeten darstellen soll.

Ein Apparat von Dr. Veltin (Berlin) dient gleichfalls Unterrichtszwecken, er soll den Einfluss der Erddrehung auf die Windrichtung zeigen. Man bläst Rauch, am einfachsten Zigarrenrauch, in einen Glaskasten, der von einer Röhre durchsetzt

wird, mittels deren man eine Erwärmung herbeiführen kann. Von dieser Stelle aus steigt die Luft auf und sie fliesst sogleich wieder zu, um das entstehende Vakuum auszufüllen. Wird der Apparat in Umdrehung versetzt, so sieht man an den Luftfäden eine Abweichung im Sinne der Rotation. In gleicher Weise kann man die Luftbewegung im Innern eines Wirbelwindes zeigen.

Prof. Beck (Antwerpen) stellt einen neuen Apparat zur Kontrole des Schiffskurses aus; er soll den Winkel aufzeichnen, welchen in jedem Augenblicke die Achse des Fahrzeuges mit der Richtung macht, die es einhalten soll. Die Aufzeichnung erfolgt auf photographischem Wege, wie sie bei vielen meteorologischen Instrumenten gebräuchlich ist. Ein kleiner Spiegel auf der beweglichen Rose des Kompasses wirft einen Lichtstrahl auf einen rotirenden Zylinder, der photographisches Papier trägt; das Ganze ist in einem Holzkasten eingeschlossen, welcher ein Fenster für den Lichtstrahl besitzt und kardanisch aufgehängt ist.

Der Magnetometer von Lagrange (Sternwarte Brüssel) besteht aus einem Stabmagneten von grossen Abmessungen, der an einem sehr langen Faden aufgehängt ist und behufs photographischer Registrirung einen Spiegel trägt. Mit diesem Apparat hat Hr. Lagrange die Ablenkung von Stäben verschiedener magnetischer Stärke untersucht und gezeigt, dass die Veränderungen in der Deklination um so stärker sind, je weiter der Magnet von der Sättigung entfernt ist.

Im Anschluss an die astronomischen Instrumente wenden wir uns zu denjenigen Apparaten, die man optische im eigentlichen Sinne des Wortes nennen kann: Polarimeter, Spektroskope, Mikroskope u. s. w. In allererster Linie bewundern wir die schöne Ausstellung der Firma Franz Schmidt & Haensch (Berlin); diese Werkstatt sandte in grosser Zahl diejenigen Instrumente, welche auf der vorjährigen Berliner Ausstellung zu sehen waren. Wir müssten uns bei der Betrachtung dieser Darbietungen sehr lange aufhalten, wenn nicht Hr. Dr. Gumlich bereits im *Vereinsblatt 1896. S. 141* eine Besprechung der Erzeugnisse dieser Firma gegeben hätte, wie ich sie in gleich fachmännischer Weise nicht bieten könnte; es genüge daher der Hinweis, dass diese Instrumente schon durch ihr Aeusseres den Blick auf sich ziehen und dass sie den Weltruf ihrer Erbauer rechtfertigen.

Die Firma Pellin, früher Soleil-Duboscq, (Paris) stellt einige interessante Instrumente aus, Spektroskope zur Untersuchung des Blutes nach Dr. Henocque, das Mikrophotometer nach Cornu, einen Projektionsapparat von Mascart zur gleichzeitigen Vorführung der Herschel'schen Transmissions- und Reflexionsfransen. Besonders zu erwähnen ist das Spektrophotometer, mit dem Violle seine Studien über eine absolute Lichteinheit gemacht hat. Das Photometer arbeitet mit polarisirtem Licht; die Strahlen der zu vergleichenden Lichtquellen werden nach der Polarisation durch ein Wollaston'sches Prisma mit horizontaler brechender Kante zerlegt, gehen dann durch eine etwas dicke Quarzplatte, deren Seitenflächen parallel der Achse sind, darauf durch einen rechteckigen Nicol, endlich durch ein Amici'sches Prisma und liefern so vier Spektren mit Streifen. Diese Streifen alterniren in dem gemeinsamen Theile und können durch Drehung des Nicols zum Verschwinden gebracht werden; dann sind die Intensitäten der beiden Strahlenbüschel gleich. Die ursprünglichen Stärken der beiden Lichtquellen lassen sich nach der gewöhnlichen Formel des Polarisationsphotometers berechnen. Der schwache Punkt des Apparates ist die starke Absorption (75%) der Lichtstrahlen, man kann ihn daher nur bei sehr kräftigen Lichtquellen anwenden.

Herr Fery (Paris) stellt, ausser tabellarischen Uebersichten seiner Forschungen über Lösungen, ein Modell seines Refraktometers mit Erhitzungswanne und Temperaturregler aus. Das Prinzip dieses Apparates besteht darin, dass ein Vollprisma mit veränderlichem Winkel (eine halbirte Zylinderlinse) die Ablenkung des Lichtstrahls aufhebt, die durch ein Hohlprisma von festem Winkel, das mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt ist, verursacht worden ist; alsdann lässt sich aus dem Winkel des veränderlichen Primas, der den gebrochenen Strahl in seine ursprüngliche Richtung zurückbringt, der Brechungsindex der Flüssigkeit berechnen. Das Instrument ist sehr bequem, liefert aber in der gewöhnlichen Ausführung den Brechungsindex nur mit einer Genauigkeit von 0,001.

Viel genauer ist das schöne Refraktometer von Dr. Pulfrich, von dem sich die neueste Ausführung von Carl Zeiss in demselben Schrank vorfindet; dieser Apparat,

der eine Genauigkeit von 0,0001 liefert, ist zu bekannt um noch näher auf ihn einzugehen (vgl. *Zeitschr. f. Instrkde.* **15.** *S. 389. 1895*).

Wir erblicken ferner Goniometer, Spektroskope, Spektrometer, Kolorimeter u. s. w. in grosser Zahl, ausgestellt von den Firmen M. Walz (Bonn), A. Krüss (Hamburg), Picart (Paris), Société Genevoise, jedoch darunter nichts eigentlich neues. Die höchst interessante Ausstellung von Mikroskopen, veranstaltet von der Belgischen Mikroskopischen Gesellschaft, haben wir bereits erwähnt. Die hervorragendensten Verfertiger der Gegenwart: Koritska (Mailand), Swift, Natson & Son, Ross & Cie. (London), Leitz (Wetzlar), Hartnack (Potsdam), Zeiss (Jena), Société Genevoise, Picart, Vion, Nachet (Paris), Zwickert (Kiel), sind durch zahlreiche Muster ihrer Erzeugnisse vertreten. Die englischen Mikroskope unterscheiden sich von denen des Festlandes durch ihre grösseren Abmessungen; das Rohr der grossen Nummern geht bei ihnen bis zu 25 *cm*, während es bei den anderen nicht über 16 *cm* hinausgeht. Abgesehen von der Güte der optischen Systeme, die man nur durch Gebrauch beurtheilen kann, muss man sagen, dass die Mikroskope der verschiedensten Firmen im Grunde genommen einander sehr ähnlich aussehen, sie weisen fast alle genau dieselben Vervollkommnungen auf. Ohne die jedem Verfertiger eigenthümlichen Vorzüge zu verkennen, darf man doch behaupten, dass die Firma Carl Zeiss auf diesem Gebiete an der Spitze steht und dass hauptsächlich sie die wichtigsten Vervollkommnungen eingeführt hat.

Der Merkwürdigkeit halber sei ein grosses Mikroskop von Nachet erwähnt, das, wahrscheinlich auf galvanischem Wege, vollständig mit Palladium überzogen ist, wodurch das Instrument die Farbe und den Glanz des Silbers erhalten hat. Ferner sei hingewiesen auf ein von Leitz gebautes Mikroskop nach Nebeltheim zur Prüfung grosser Hirnschnitte; das Mikroskop kann von links nach rechts und umgekehrt auf einem festen Schlitten verschoben werden, während der Objektträger sich schnell vor- und rückwärts bewegen lässt; auf diese Weise kann man ein Präparat von 10×12 *cm* Grösse vollständig absuchen.

Die mikroskopische Ausstellung wird vervollständigt durch eine Sammlung von Mikrotomen (Instrumente auf Schlitten und mit geneigter Ebene von Becker und Thoma-Jung, Schlittenmikrotome mit vertikaler Bewegung von Minet und Koritska); ferner durch horizontale und vertikale mikrophotographische Kameras und mikroskopische Nebenapparate von Carl Zeiss.

Neben diesen Mikroskopen für biologische Zwecke hat Prof. Renard (Gent) eine sehr vollständige Sammlung von mineralogischen und krystallographischen Objekten und Instrumenten ausgestellt, besonders mineralogische Polarisationsapparate und Mikroskope. Einzeln auf diese einzugehen, wäre lediglich für den Mineralogen von Interesse, wir wollen nur einen Goniometer-Theodoliten von Dr. Stöber (Gent) hervorheben: in der Mitte eines grossen Mitscherlich'schen Goniometers befindet sich ein senkrechter Ring, in diesem dreht sich frei ein getheilter Kreis, welcher in seinem Mittelpunkte den zu untersuchenden Krystall trägt; die Stellung des letzteren zu der durch die optische Achse des Instrumentes gelegten horizontalen Ebene kann somit bestimmt werden. Das Instrument ist aus der Werkstatt von R. Fuess (Steglitz bei Berlin) hervorgegangen.

Vereins- und Personen-Nachrichten.

Todes-Anzeige.

Am 27. v. M. verschied sanft im 72. Lebensjahre

Herr Wilhelm Gurlt.

Der Verstorbene hat unserer Vereinigung seit ihrer Begründung angehört und sich an ihren Arbeiten und Zusammenkünften lebhaft betheiligt, bis ihn die Beschwerden des Alters zwangen seinem Körper grössere Schonung angedeihen zu lassen. Wie sein Name unzertrennlich mit der Entwickelung des deutschen Telegraphenwesens verbunden ist, so werden auch wir unserem lieben und treuen Vereinsgenossen stets ein ehrendes Andenken bewahren.

Der Zweigverein Berlin.

Der Vorstand.

In die D. G. f. M. u. O. aufgenommen:

Herren Basse & Selve, Metallgiessereien, Walzwerke und Drahtziehereien, Altena in Westfalen.

D. G. f. M. u. O. Zweigverein Berlin. Sitzung vom 16. November 1897. Vorsitzender: Herr W. Handke.

Herr Dr. Lindeck führt die Julius'sche Einrichtung zur erschütterungsfreien Aufstellung von Apparaten vor. Nachdem einleitend Zweck und Wesen solcher Einrichtungen unter spezieller Berücksichtigung des Galvanometers dargelegt worden, werden diejenigen Methoden kurz besprochen, bei denen ein Steinblock oder eine eiserne Platte auf Quecksilber schwimmt; einfacher und mindestens ebenso zweckmässig ist die Julius'sche Aufhängung (angefertigt von P. J. Kipp & Zonen, Delft), welche an einem Modell eingehend erläutert wird. — Herr Fr. Franc v. Liechtenstein zeigt eine Glasplatte vor, welche an einem Wasserstandzeiger verwendet worden war und vom Wasser sehr erheblich angegriffen worden ist; ferner eine Reihe von Firmenschildchen, wie sie von einer Münchener Fabrik hergestellt werden; der anwesende Vertreter dieser Firma ergänzt diese letzte Mittheilung durch Vorführung weiterer Schilder, Skalen und künstlerisch ausgestatteter Zifferblätter. — Zur Aufnahme gemeldet: Herr M. Bornhäuser, Charlottenburg. — Der Vorsitzende bringt einige Missstände zur Sprache, die sich bei der Aufnahme von Lehrlingen in die Krankenkasse gezeigt haben; die Angelegenheit soll demnächst in einer Sitzung ausführlich besprochen werden.

Sitzung vom 7. Dezember 1897. Vorsitzender: Hr. W. Handke.

Hr. Witt spricht unter Vorführung sehr zahlreicher Projektionsbilder über Photographie des Himmels. — Darauf werden eine Reihe von Wahlen vorgenommen, die folgendes Ergebniss haben: *Wahlvorbereitungskommission:* die Herren O. Ahlberndt, O. Böttger, K. Friedrich, P. Nicolas und F. Sokol; *Kassenrevisoren:* die Herren G. Kärger und H. Remané; *Bibliothekskommission:* die Herren A. Blaschke, W. Lindt und H. Schmidt. — Aufgenommen wird Hr. M. Bornhäuser, angemeldet hat sich Hr. W. Klussmann. — Hr. W. Haensch zeigt einen sehr schön matten schwarzen Lack, hergestellt von Dr. M. Ascher, vor. — Der Vorsitzende fordert die Mitglieder auf, sich am 19. d. M. an der Wahl der Arbeitgeber-Vertreter des Gewerbegerichts zu betheiligen. — Zum Schluss wird der in Aussicht genommene Besuch der Treptower Sternwarte besprochen.

Bl.

Zweigverein Hamburg-Altona. Sitzung vom 7. Dezember 1897. Vorsitzender: Herr Dr. Krüss.

Der Vorsitzende legt von der Firma H. Mestern in Wien eingesandtes Blech aus Kronenmentell vor, welches sich durch seine silberähnliche Farbe und Unvergänglichkeit der Oberfläche auszeichnet. — Herr F. Dencker schildert in längerer Ausführung den Stand der Chronometerfabrikation in Deutschland. Während früher, namentlich in Altona durch Kessels Matthias Peterssen, Seckel, Knoblich, selbständig Chronometer hergestellt worden seien, habe jetzt diese Industrie fast aufgehört, da es üblich geworden sei, die Rohwerke von England zu beziehen und hier nur die feineren Theile einzusetzen oder zu justiren und die Reglage zu bewirken. Die Vorschriften für die durch das deutsche Chronometer-Prüfungs-Institut zu prüfenden Chronometer seien nicht ausreichend, um diesen Import ausländischen Fabrikates zu verhindern, da von dieser Instanz nur eine schriftliche Bestätigung verlangt werde, dass der deutsche Einlieferer die wesentlichen Theile in eigener Werkstätte hergestellt habe. — Der Vorsitzende weist demgegenüber darauf hin, dass ein Fabrikant, der ein Chronometer von Grund auf herstellen wolle, kaum die Möglichkeit einer Konkurrenz mit den englischen Fabrikanten hätte, da in England die Arbeitstheilung gerade in Bezug auf die Chronometer ausserordentlich gross sei; ein Arbeiter liefere dort nur die Gehwerke, ein anderer die Balansen, ein dritter die Echappementräder, ein vierter schleife die Steine u. s. f. Zur wirksamen Hebung der deutschen Chronometerindustrie würde deshalb auch wohl die Ausschliessung ausländischer Konkurrenz erforderlich sein durch entsprechende Einfuhrverbote, an deren Erreichung aber nicht zu denken sei. Nachdem von mehreren Mitgliedern hervorgehoben worden, dass Deutschland eine Anzahl tüchtiger Präzisionsuhrmacher besitze, welche wohl im Stande seien, den ausländischen vollkommen ebenbürtige Marine-Chronometer herzustellen, während andererseits die mannigfachen Schwierigkeiten in der Chronometerfabrikation nicht verkannt wurden, spricht die Versammlung die Hoffnung aus, dass Mittel und Wege gefunden werden, um eine selbständige deutsche Chronometerindustrie ins Leben zu rufen, welche im Stande sei alle Anforderungen zu befriedigen. — Sodann spricht Herr Fentzloff über Sägen und ihre Anwendungen, dabei die für verschiedene Materialien günstigste Form der Sägezähne an Modellen erläuternd. Derselbe legt mehrere von ihm geprüfte Oelproben zum Schmieren von Arbeitsmaschinen vor und zum Schluss einen auf Hebelübertragung beruhenden ihm patentirten Messapparat, welcher wesentlich zur Kontrole des Arbeitsstückes während der Bearbeitung dienen soll.

H. K.

Herr Prof. Dr. **G. Wiedemann** in Leipzig beging am 11. d. M. das 50-jährige Doktorjubiläum. Der Jubilar erhielt unter anderen Auszeichnungen den bayerischen Maximiliansorden, Abth. für Wissenschaft. Dieser Orden ist in jüngster Zeit auch verliehen worden an den Botaniker Prof. Dr. **Schwendener** in Berlin und an den Geologen Prof. Dr. **Suess** in Wien.

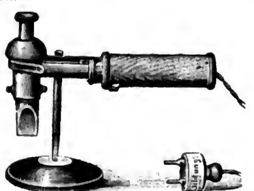
Der Astronom Prof. Dr. **Winnecke** ist am 2. d. M. nach vieljähriger Krankheit gestorben; bis zum Ausbruche seines Leidens war derselbe Direktor der Strassburger Sternwarte gewesen.

Kleinere Mittheilungen.

Löthkolben mit Lichtbogenheizung. (D. R. P.) der Allg. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.

Nach einem Prospekt.

Für die Erhitzung des Kupferkolbens ist hier der elektrische Lichtbogen benutzt, und zwar wird nicht wie bei den Zerener'schen Löthkolben[1]) der sich zwischen zwei Kohlenstäben bildende Lichtbogen durch einen Magneten oder Elektromagneten gegen den Kupferkolben geblasen, sondern es ist der Kupferkolben direkt mit den positiven und der Kohlenstift mit dem negativen Pole der Leitung unter Zwischenschaltung eines Widerstandes verbunden.



Durch Druck auf den in der Figur oben sichtbaren Knopf wird die Kohle mit dem Kupferkolben in Berührung gebracht und so der Stromkreis geschlossen; beim Loslassen federt der Kohlenstift um etwa 1 *mm* zurück und es bildet sich ein Lichtbogen; in wenigen Minuten ist der Kolben gebrauchfertig. Seitlich ist ein Loch zur Beobachtung des Lichtbogens angebracht. Durch Druck auf den Knopf kann beim Verlöschen der Lichtbogen wieder hergestellt werden. Die Kohle ist erst nach etwa einer halben Stunde soweit verbraucht, dass sie nachgestellt werden muss.

Zum Betrieb ist eine Spannung von mindestens 65 *Volt* bei Gleichstrom, von mindestens 100 *Volt* bei Wechselstrom nöthig.

Geeignete Stative, Schalter und Vorschalt-Widerstände werden zu den Löthkolben geliefert. *Klssm.*

Ueber Junkers' Schnell-Flüssigkeitserhitzer.

Vortrag, gehalten in der Sitzung des Fränkisch-Oberpfälzischen Bezirksvereins des Ver. deutscher Ing. am 25. Mai 1897 von Trostorff.

Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. **41.** *S. 910. 1897.*

Der Schnell-Flüssigkeitserhitzer ist dazu bestimmt, eine möglichst gute Ausnutzung der Heizgase zu bewirken. Zu diesem Zwecke dient für das Aufsteigen der Feuergase nur ein einziges langes und weites Rohr inmitten des Kessels, das auch zur Aufnahme der Feuerung dient. Dasselbe hat nicht eigentlich den Zweck, in nennenswerthem Maasse der Flüssigkeit Wärme zuzuführen, sondern dient dazu, durch Förderung der Verbrennung die Gase auf eine möglichst hohe Temperatur zu bringen und damit gleichzeitig einen starken Auftrieb zu erzeugen.

Um nun die Gase möglichst auszunutzen, werden sie nach Durchstreichung des Mittelraumes durch eine Anzahl enger im Kreise am Umfang angeordneter Kühlrohre wieder nach abwärts geleitet. In diesen Rohren findet nun erst die eigentliche Wärmeabgabe an die zu erhitzende Flüssigkeit statt. Die hierdurch bedingte Abkühlung der Gase verringert ihren Auftrieb und leitet so einen die Gase von oben nach unten treibenden Zug in den Kühlrohren ein.

Der Vortheil dieser Art der Führung der Feuerungsgase besteht darin, dass, während bei anderen Flüssigkeitserhitzern, in denen die Feuerungsgase von unten nach oben aufsteigen, die Gase den Apparat mit einer höheren Temperatur, als die Anfangstemperatur war, verlassen müssen, bei dem Junkers'schen Schnell-Flüssigkeitserhitzer die Gase bei ihrem Austritt aus dem Apparat fast die Anfangstemperatur wieder erreicht und somit ihre ganze Wärme an die zu erhitzende Flüssigkeit abgegeben haben.

Die Wärmeausbeute ist daher eine sehr beträchtliche und dürfte den Angaben Junkers entsprechend in Wirklichkeit 92,25% betragen. *Schl.*

Das Planar, ein neues lichtstarkes photographisches Objektiv mit anastigmatischer Bildebnung.

D. R. P. 92313 und Waarenzeichen 23231

Von Carl Zeiss.

Nach einem Prospekt und der Patentschrift.

Sehr schnell hat die Firma Carl Zeiss dem Versprechen in ihrem letzten Hauptkatalog für photographische Objektive, dass sie demnächst

[1]) Vgl. *Vbl. 1897. S. 88*

mit einem neu erfundenen Objektive hervortreten werde (vgl. *Vbl. 1897. S. 119*), die Erfüllung folgen lassen. Das neue, Planar genannte, Objektiv füllt eine Lücke in dem Zeiss'schen Verzeichniss aus, indem es eine sehr grosse relative Oeffnung (bis zu 1 : 3,6) besitzt. Dabei soll es eine besonders präzise Schärfenzeichnung und gute anastigmatische Bildebnung für ein Gesichtsfeld von 62° bis 72° besitzen. Empfohlen wird es naturgemäss zunächst für sehr kurze Momentaufnahmen im Freien (z. B. für den Kinematographen), sowie für Portraits und Gruppen, dann aber wegen seiner sehr präzisen Zeichnung auch für Reproduktionen aller Art.

Bei der Konstruktion hat der Erfinder, Herr Dr. P. Rudolph, einen ganz anderen Weg eingeschlagen als bei seinen anastigmatischen Objektiven. Die letzteren bestehen aus einer einzigen Linse (Anastigmatlinse) oder höchstens aus zwei Linsen (Anastigmat), wobei die erforderliche Anzahl der für die Korrektion nöthigen Elemente dadurch erzielt ist, dass jede einzelne Linse aus mehreren (bis 4) unter sich verkitteten Theilen hergestellt ist. Diese Anordnung hat jedenfalls den Vortheil, dass die Menge des an den einzelnen Flächen reflektirten Lichtes, welches geeignet ist die Brillanz des Bildes herabzusetzen, möglichst vermindert wird. Das neue Objektiv besteht dagegen aus vier von einander durch Luft getrennten Linsen. Es ist symmetrisch gebaut, und seine beiden inneren Linsen sind wieder jede aus zwei verkitteten Theilen gebildet.

Bezüglich der Einzelheiten der Erfindung muss auf die Patentschrift verwiesen werden. Es sei hier nur erwähnt, dass als Ausgangspunkt dasselbe Korrektionsprinzip benutzt ist, welches beim Gauss'schen Fernrohrobjektiv Anwendung findet. *E. Br.*

Fabrik oder Werkstatt?

In einem sehr bekannten feinmechanischen Institut stellte der Kgl. Gewerbe-Inspektor gelegentlich einer Revision fest, dass die noch nicht 16 Jahre alten Lehrlinge nicht die vorgeschriebene Pause von ½ Stunde am Vormittag und am Nachmittag inne hielten. Der Betriebsleiter hatte sich deshalb kürzlich wegen Uebertretung der §§ 135 und 136 der Gewerbeordnung vor der Strafkammer eines Landgerichtes zu verantworten. Der Angeklagte behauptete, dass er den Lehrlingen die Arbeitsordnung zum Durchlesen gegeben, in seinen Arbeitsräumen auch Plakate angeheftet habe, welche die Bestimmungen der Arbeitsordnung deutlich enthalten; die Lehrlinge hätten aber aus eigenem Antrieb die Pausen abgekürzt. Der Vertheidiger bestritt, dass hier ein Fabrikbetrieb vorliege, auf den die Bestimmungen der Gewerbeordnung anwendbar seien; die Arbeit sei keineswegs rein mechanisch, vielmehr ganz individuell; die Produktion werde nicht massenweise betrieben, da kein Stück dem andern gleiche, an manchem sogar beträchtliche Zeit gearbeitet werde. Das Urtheil des Gerichtshofes lautete dahin, dass es nur darauf ankomme, ob die Erzeugnisse fabrikmässig hergestellt werden; das habe der Gerichtshof annehmen müssen; im Betriebe des Angeklagten herrsche Arbeitstheilung und Dampfbetrieb, er beschäftige 40 Menschen, also eine immerhin erhebliche Zahl; damit seien alle Merkmale des fabrikmässigen Betriebes gegeben. Es könne dem Angeklagten aber geglaubt werden, dass die Lehrlinge aus freien Stücken die Pausen abgekürzt haben. Der Angeklagte hätte dies jedoch verhindern sollen, und da er dies nicht gethan, habe er bestraft werden müssen. Die Strafe wurde auf 30 *M.* bemessen. (Nach *Voss. Ztg.*)

Berufsgenossenschaft der Feinmechanik.

Dem Verwaltungsbericht für das Jahr 1896 seien folgende Angaben über Industriegruppe VI (Verfertigung mathematischer, physikalischer und chemischer Instrumente und Apparate) entnommen:

Es traten hinzu 86 Betriebe mit 391 Personen, es wurden gelöscht 29 Betriebe mit 199 Personen, die Gesammtzahl betrug 613 Betriebe mit 10 183 Personen; an Beiträgen entfielen auf 1000 *M.* Lohnsumme 3,23 *M.* und auf den Kopf 2,79 *M.*, während der Durchschnitt in der gesammten Berufsgenossenschaft sich auf 4,98 resp. 4,66 *M.* belief; die Zahl der Unfälle betrug im Berichtsjahre 18, seit 1885 154; hierunter hatten zur Folge: 11 vorübergehende Erwerbsunfähigkeit, 2 völlige, 138 theilweise dauernde Erwerbsunfähigkeit und 3 den Tod. Die Umlageziffer ist seit 1894 in Abnahme begriffen.

In Kyoto ist eine zweite japanische Universität (die erste befindet sich in Tokio) unter dem Titel Kyoto-Teikoku-Daigaku eröffnet worden, bei welcher in drei Fakultäten (der physikalischen, technischen und medizinischen) die Vorlesungen bereits begonnen haben. Eine dritte Universität auf der Insel Kiuschiu unter dem Titel Kiuschiu-Teikoku-Daigaku ist beabsichtigt.

Elektrotechnische Lehr- und Untersuchungs-Anstalt des Physikalischen Vereins zu Frankfurt a. M.

Ueber die Ziele, den Lehrplan und die Aufnahmebedingungen dieses Instituts ist an dieser Stelle wiederholt berichtet worden (vgl. *Vereinsblatt 1895. S. 151* u. *1896. S. 138*). Aus dem letzten vorliegenden Jahresbericht 1895/96 ist folgendes

erwähnenswerth: Der Kursus wurde von 14 Schülern und 4 Hospitanten besucht, die zweite Hälfte desselben ausserdem von 3 früheren Schülern, an dem Sonderkursus über Blitzableiter nahmen 16 Herren theil. Es ist erfreulich zu sehen, wie die elektrotechnischen Firmen der Auffassung Ausdruck geben, dass sie an dem Gedeihen der Anstalt in hervorragender Weise interessirt sind; der Jahresbericht führt nämlich nicht weniger als 34 Zuwendungen von Mustern und Apparaten auf, welche der Unterrichtssammlung von solchen Firmen gemacht worden sind. Es wäre gewiss auch anderen Fachschulen erwünscht, sich einer ähnlichen Förderung durch die Betriebe, für die sie wirken, zu erfreuen; denn wenn auch ein derartiger Unterricht zunächst den Schülern zu Gute kommt, so wirkt er doch auch nicht minder fördernd für das gesammte Fach.

Bücherschau und Preislisten.

W. C. Heraeus, Platinschmelze und chemisches Laboratorium in Hanau. Preisverzeichniss für chemische Zwecke. 1897. qu.-8°. 24 S. mit Illustr.

Die genannte Firma stellt die Platinmetalle nicht nur im sog. technisch-reinen Zustande her, sondern es ist ihr gelungen, dieselben absolut rein, d. h. ohne mit den derzeitigen Mitteln der Chemie erkennbare Beimischungen, zu erhalten. Ferner werden die immer mehr Verwendung findenden chemischen Apparate aus Feinsilber angefertigt; schliesslich sei auf das Le Chatelier'sche Pyrometer (vgl. *Zeitschr. f. Instrkde.* ***15.*** S. 373. ***1895.***) hingewiesen.

Patentliste.

Bis zum 6. Dezember 1897.

Klasse: **Anmeldungen.**

21. H. 19 085. Transformator oder Funkeninduktor. J. C. Hauptmann, Leipzig. 3. 8. 97.

St. 4885. Elektrizitätszähler und Ladungs- bezw. Entladungsmesser, begründet auf elektrische Endosmose. L. Strasser, Hagen i. W. 4. 2. 97.

H. 19 196. Elektrizitätszähler mit schwingendem Anker; Zus. z. Anm. H. 18528. G. Hummel, München. 3. 9. 97.

A. 5324. Maximum-Verbrauchsanzeiger. Allg. Elektrizitäts-Gesellsch., Berlin. 19. 7. 97.

S. 10 482. Einrichtung zur Erzielung konstanter Dämpfung für Schwingungsgalvanometer. Siemens & Halske, A.-G., Berlin. 28. 6. 97.

42. R. 10 600. Kompass mit Einrichtung zur Anzeige und Aufhebung der Deviation. L. Rellstab, Braunschweig. 29. 9. 96.

W. 13 050. Phonograph mit Oeffnung des Spindellagers beim Abheben der Membran. Ph. von Wouwermans, Th. Fischer, M. Kohn u. I. Pulay, Wien. 16. 7. 97.

C. 6931. Schublehre mit einem zur Angabe von Millimeterbruchtheilen verschiebbar eingerichteten Vorderschnabel. H. Cohn und H. Weyland, Frankfurt a. M. 15. 7. 97.

47. K. 15 221. Vorrichtung zum Einrücken der für verschiedene Geschwindigkeiten dienenden Riemscheiben für Schraubendrehbänke u. dgl.; Zus. z. Pat. 94 235. G. Kärger, Berlin. 14. 5. 97.

49. V. 2753. Rundfeile und Maschine zur Herstellung derselben. J. E. Vos, Manchester. 2. 11. 96.

67. L. 11 579. Werkzeug zum Halten von Diamanten oder anderen Steinen während des Schleifens. E. Leytens, Antwerpen. 4. 9. 97.

83. D. 7815. Elektrische Pendeluhr mit selbstthätig angehendem Pendel. O. Dächsel, Festenberg. 30. 10. 96.

87. K. 15 372. Als Rohrzange, Rohrabschneider und Schraubenschlüssel benutzbares Werkzeug. F. Kirn, St. Ludwig, Ober-Elsass. 30. 6. 97.

Klasse: **Ertheilungen.**

21. Nr. 95 685. Gebereinrichtung für Kabeltelegraphie. Ch. Langdon-Davies, Kensington, Middl., Engl. 26. 6. 96.

Nr. 95 779. Flachspulengalvanometer. Hartmann & Braun, Bockenheim-Frankfurt a. M. 10. 4. 96.

Nr. 95 780. Elektrizitätszähler. H. Aron, Berlin. 4. 3. 97.

49. Nr. 95 704. Drehherz mit verstellbarer, mit Spitzenlöchern versehener Platte. F. Wigand, Marienburg, Westpr. 24. 2. 97.

Nr. 95 817. Stahlhalter; Zus. z. Pat. 69 682. K. Bauer, Pfullingen, Württ. 17. 2. 97.

57. Nr. 95 790. Multiplikator-Kassette zu schnell auf einander folgenden Aufnahmen für Zwecke der Farbenphotographie. G. Selle, Brandenburg a. H. 8. 9. 96.

Für die Redaktion verantwortlich: A. Blaschke in Berlin W.
Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

207

Namen- und Sachregister.

Verlag von Julius Springer in Berlin N. — Druck von Emil Dreyer in Berlin SW.

